

ESTUDO DA DURABILIDADE DO REVESTIMENTO DE PAREDES EXTERIORES

JORGE MIGUEL BARREIRO SILVA

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES

Orientadora: Professora Doutora Maria Helena Póvoas Corvacho

JUNHO DE 2013

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2012/2013

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2012/2013 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2013.*

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respetivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão eletrónica fornecida pelo respetivo Autor.

Aos meus Pais, Avós e Irmãos

Anyone who has never made a mistake has never tried anything new

Albert Einstein

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos aqueles que me motivaram e contribuíram direta ou indiretamente para a realização desta dissertação.

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer à minha orientadora, Professora Doutora Maria Helena Póvoas Corvacho, por todo o apoio, motivação e disponibilidade ao longo da elaboração deste trabalho, sempre com o maior incentivo e simpatia.

Ao Engenheiro António de Vasconcelos dos serviços técnicos e de manutenção da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, por toda a informação prestada e também sempre com a maior disponibilidade e simpatia.

Ao Professor Arquiteto António Luís Pereira Silva Neves da Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto, pelo acompanhamento durante as inspeções e pela grande disponibilidade e conhecimentos oferecidos.

Ao Doutor Antero Barbosa Pinto e ao Doutor Carlos Armando dos Anjos Sá responsáveis pelos serviços técnicos da Faculdade de Medicina da Universidade do Porto, pela disponibilidade e simpatia com que me receberam e também pelo auxílio prestado.

A todos os professores pelos conhecimentos transmitidos ao longo dos últimos anos.

A todos os meus amigos e colegas, que desde sempre me apoiaram neste percurso.

Por último, mas não menos importante, quero agradecer e dedicar este trabalho aos meus pais, avós e irmãos pela motivação, incentivo, paciência, amor e carinho transmitidos desde sempre ao longo de todo este percurso.

RESUMO

No presente trabalho apresenta-se um estudo de durabilidade dos revestimentos de paredes exteriores correntes, relativamente ao envelhecimento natural e aos agentes de deterioração.

Neste momento, as preocupações com a durabilidade dos materiais e componentes dos edifícios cada vez assumem maior importância.

Desta forma, a metodologia adotada neste trabalho consiste na recolha de informações relevantes, como anomalias apresentadas pelos revestimentos, resultantes dos agentes de deterioração e que estão associados aos locais e zonas dos diversos tipos de edifícios. A recolha das informações relevantes ocorre pelo meio de uma ficha de inspeção a ser utilizada no trabalho de campo e que irá permitir quantificar de forma expedita a deterioração do revestimento de paredes exteriores para o tempo de serviço correspondente ao momento da inspeção através da criação de um coeficiente de deterioração. Assim, é possível efetuar uma avaliação qualitativa das condições de serviço dos diversos revestimentos estudados e determinar o seu estado de conservação.

No âmbito deste estudo foram inspecionadas três instituições: a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, a Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto e o Hospital de São João no Porto.

PALAVRAS-CHAVE: durabilidade, coeficiente de deterioração, revestimento exterior, agentes de deterioração, condições de serviço.

ABSTRACT

This report presents a study of durability of exterior wall coverings commonly used, relating to natural aging and deterioration agents.

At this time, concerns about the durability of the materials and building components increasingly assume greater importance.

Therefore, the methodology adopted in this work, consists in collecting relevant information, such as anomalies found on wall coverings that were the result of deterioration and degradation that are directly related with local areas and the various types of buildings. The collection of relevant information occurs through a plug inspection to be used in field and that will allow quantifying the deterioration of exterior wall coverings for the service time corresponding to the time of inspection through the creation of coefficient deterioration. Thus, it becomes possible to make a qualitative assessment of the conditions of service of the various coverings studied and know their shape.

Within this study were inspected three institutions: the Faculty of Engineering of the University of Porto, Faculty of Architecture of the University of Porto and Hospital de São João in Porto.

KEYWORDS: durability, coefficient deterioration, exterior coverings, agents of deterioration, service conditions.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
 1. INTRODUÇÃO	 1
1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	1
1.2. OBJETIVO DA DISSERTAÇÃO	1
1.3. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	2
 2. DURABILIDADE – Enquadramento Geral	 3
2.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	3
2.2. CONCEITO DE DURABILIDADE	3
2.3. QUANTIFICAÇÃO DA DURABILIDADE	5
2.4. EXIGÊNCIAS DE DESEMPENHO	8
2.5. PREVISÃO DO TEMPO DE VIDA ÚTIL	7
2.6. MECANISMOS E AGENTES DE DEGRADAÇÃO	11
2.7. FIM DA VIDA ÚTIL	12
2.8. ABORDAGEM ADOTADA NESTE TRABALHO	13
 3. EXIGÊNCIAS FUNCIONAIS DOS REVESTIMENTOS EXTERIORES	 15
3.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	15
3.2. NORMA PORTUGUESA	15
3.3. EXIGÊNCIAS FUNCIONAIS DOS REVESTIMENTOS EXTERIORES	17
3.3.1. EXIGÊNCIAS DE SEGURANÇA	17
3.3.1.1. Exigências de Estabilidade	17
3.3.1.2. Exigências contra riscos de incêndios	18
3.3.1.3. Exigências de segurança no uso	20
3.3.2. EXIGÊNCIAS DE COMPATIBILIDADE COM O SUPORTE	21
3.3.3. EXIGÊNCIAS DE ESTANQUIDADE	21
3.3.3.1. Estanquidade à água da chuva	21

3.3.3.2. Estanquidade ao vapor de água.....	21
3.3.3.3. Estanquidade à água no interior.....	22
3.3.4. EXIGÊNCIAS DE CONFORTO VISUAL.....	22
3.3.4.1. Nota prévia	22
3.3.4.2. Planeza geral e localizada.....	22
3.3.4.3. Exigências de verticalidade	22
3.3.4.4. Exigências de retidão das arestas.....	22
3.3.4.5. Defeitos da superfície e largura de fissuras	22
3.3.4.6. Exigências de homogeneidade de cor e brilho	22
3.3.5. EXIGÊNCIAS DE CONFORTO TÁCTIL	23
3.3.6. EXIGÊNCIAS DE HIGIENE	23
3.3.7. EXIGÊNCIAS DE ADAPTAÇÃO À UTILIZAÇÃO NORMAL	23
3.3.7.1. Nota prévia	23
3.3.7.2. Exigências de resistência a ações de choque, de atrito e de riscagem.....	23
3.3.7.3. Exigências de resistência à ação da água	24
3.3.7.4. Exigências de aderência ao suporte	25
3.3.7.5. Exigências de resistência à formação de nódoas de produtos químicos ou domésticos	25
3.3.7.6. Exigências de resistência ao enodoamento por poeira	25
3.3.7.7. Exigências de resistência à suspensão de cargas.....	25
3.3.8. EXIGÊNCIAS DE DURABILIDADE	26
3.3.8.1. Nota prévia	26
3.3.8.2. Exigências de resistência aos agentes climáticos	26
3.3.8.3. Exigências de resistência aos produtos químicos do ar	27
3.3.8.4. Exigências de resistência à erosão pelas partículas sólidas em suspensão no ar	27
3.3.8.5. Exigências de resistência à fixação e ao desenvolvimento de bolores	27
3.3.9. EXIGÊNCIAS DE FACILIDADE DE LIMPEZA	27
3.3.10. EXIGÊNCIAS DE ECONOMIA	28
3.4. CLASSIFICAÇÃO DOS REVESTIMENTOS DAS PAREDES EXTERIORES DE EDIFÍCIOS	28
3.4.1. INTRODUÇÃO	28
3.4.2. REVESTIMENTOS DE ESTANQUIDADE.....	28
3.4.3. REVESTIMENTO DE IMPERMEABILIZAÇÃO	28
3.4.4. REVESTIMENTOS DE ISOLAMENTO TÉRMICO	29
3.4.5. REVESTIMENTOS DE ACABAMENTOS OU DECORATIVOS.....	29

4. REVESTIMENTOS CORRENTEMENTE UTILIZADOS	33
4.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	33
4.2. REVESTIMENTOS TRADICIONAIS DE LIGANTES HIDRÁULICOS (REBOCO)	33
4.2.1. INTRODUÇÃO	33
4.2.2. MATERIAIS	34
4.2.3. CARACTERÍSTICAS DAS CAMADAS DE REVESTIMENTO	35
4.2.4. CARACTERÍSTICAS DE ADERÊNCIA	38
4.2.5. PREPARAÇÃO DAS SUPERFÍCIES QUE APRESENTEM DEFEITOS DE PLANIMETRIA LOCALIZADOS	39
4.2.6. MEDIDAS A CONSIDERAR PARA EVITAR FISSURAÇÕES	39
4.2.7. INOVAÇÃO TECNOLÓGICA	40
4.3. REVESTIMENTOS NÃO TRADICIONAIS DE LIGANTES HIDRÁULICOS (REBOCOS)	42
4.3.1. INTRODUÇÃO	42
4.3.2. COMPOSIÇÃO	43
4.3.3. APLICAÇÃO	43
4.3.4. ACABAMENTOS	44
4.4. REVESTIMENTOS POR PINTURA SOBRE REBOCOS	44
4.4.1. INTRODUÇÃO	33
4.4.2. CLASSIFICAÇÃO DAS TINTAS	45
4.4.3. PREPARAÇÃO DAS SUPERFÍCIES	46
4.5. REVESTIMENTOS POR ELEMENTOS DESCONTÍNUOS DE FIXAÇÃO DIRETA OU INDIRETA	47
4.5.1. INTRODUÇÃO	47
4.5.2. FIXAÇÃO DIRETA	47
4.5.3. FIXAÇÃO INDIRETA	48
4.5.4. OUTRAS INFORMAÇÕES	48
4.6. REVESTIMENTOS POR ELEMENTOS DESCONTÍNUOS DE PEDRA NATURAL	48
4.6.1. INTRODUÇÃO	48
4.6.2. PLACAS DE PEDRA NATURAL	49
4.6.3. FIXAÇÃO	50
4.6.3.1. Nota prévia	50
4.6.3.2. Fixação através de agrafos e pontos de argamassa	51
4.6.3.3. Fixação através de gatos	53
4.6.3.4. Fixação através de uma estrutura intermédia	55
4.7. REVESTIMENTOS DE ISOLAMENTO TÉRMICO PELO EXTERIOR (ETICS)	57

4.7.1. INTRODUÇÃO	57
4.7.2. PRINCIPAIS SISTEMAS DE ISOLAMENTO TÉRMICO PELO EXTERIOR.....	58
4.7.3. SISTEMAS DE ISOLAMENTO TÉRMICO POR REVESTIMENTO ESPESSO SOBRE ISOLANTE	59
4.7.4. SISTEMAS DE ISOLAMENTO TÉRMICO POR REVESTIMENTO DELGADO SOBRE ISOLANTE	60
4.8. REVESTIMENTO POR ELEMENTOS DESCONTÍNUOS COM FUNÇÃO DE ACABAMENTO OU DECORATIVO.....	66
4.8.1. INTRODUÇÃO	66
4.8.2. REVESTIMENTOS CERÂMICOS APLICADOS POR COLAGEM AO SUPORTE.....	66
4.8.2.1. Nota prévia	66
4.8.2.2. Materiais	66
4.8.2.3. Método de fixação	68
4.8.2.4. Juntas entre ladrilhos	71
4.8.2.5. Juntas de dilatação.....	72
4.8.2.6. Principais disposições construtivas.....	73

5. ANOMALIAS FREQUENTES EM REVESTIMENTOS EXTERIORES..... 77

5.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	77
5.2. ANOMALIAS DEVIDO À AÇÃO DA HUMIDADE	77
5.3. FENDILHAÇÃO EM REVESTIMENTOS	79
5.4. ENVELHECIMENTO E DEGRADAÇÃO DOS MATERIAIS NÃO IMPUTÁVEIS À HUMIDADE.....	81
5.5. DESAJUSTAMENTOS FACE ÀS EXIGÊNCIAS DE SEGURANÇA NÃO ESTRUTURAL, HIGIENE, SAÚDE E CONFORTO	82
5.6. ANOMALIAS FREQUENTES EM REBOCOS TRADICIONAIS DE LIGANTES HIDRÁULICOS.....	82
5.7. ANOMALIAS FREQUENTES EM REBOCOS NÃO TRADICIONAIS DE LIGANTES HIDRÁULICOS...	83
5.8. ANOMALIAS FREQUENTES EM REVESTIMENTOS CERÂMICOS	83
5.9. ANOMALIAS FREQUENTES EM REVESTIMENTOS DE PEDRA NATURAL	88
5.10. ANOMALIAS FREQUENTES EM REVESTIMENTOS POR PINTURA	90

6. METODOLOGIA DE ESTUDO 95

6.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	95
6.2. DESCRIÇÃO DA AMOSTRA DOS EDIFÍCIOS ESTUDADOS	96
6.2.1. FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO	96
6.2.2. FACULDADE DE ARQUITETURA DA UNIVERSIDADE DO PORTO.....	98

6.2.3. HOSPITAL DE SÃO JOÃO NO PORTO	100
6.3. FICHA DE INSPEÇÃO	101
6.4. DESCRIÇÃO DA FICHA DE INSPEÇÃO	102
6.4.1. NOTA PRÉVIA	102
6.4.2. IDENTIFICAÇÃO DO EDIFÍCIO	102
6.4.3. DESCRIÇÃO DO EDIFÍCIO	102
6.4.4. CARACTERIZAÇÃO DA PAREDE EXTERIOR	103
6.4.5. CONDIÇÕES AMBIENTAIS	103
6.4.6. CONDIÇÕES DE INTERVENÇÃO E MANUTENÇÃO	104
6.4.7. ANOMALIAS ESTÉTICAS	104
6.4.8. ANOMALIAS MECÂNICAS/FUNCIONAIS	104
6.4.9. REGISTO FOTOGRÁFICO	105
6.4.10. COEFICIENTE DE DETERIORAÇÃO (Cd)	106
6.4.11. OBSERVAÇÕES	108
6.4.12. ADEQUAÇÃO DO REVESTIMENTO AO LOCAL	108
 7. TRATAMENTO E ANÁLISE DE DADOS	 109
7.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	109
7.2. ANÁLISE DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DOS REVESTIMENTOS DE PAREDES EXTERIORES DA FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO	109
7.2.1. NOTA PRÉVIA	109
7.2.2. REVESTIMENTO DE PEDRA NATURAL POR FIXAÇÃO INDIRETA	111
7.2.2.1. Incidência das anomalias estéticas	111
7.2.2.2. Condições de serviço	112
7.2.2.3. Anomalias estéticas e funcionais relevantes	113
7.2.3. REVESTIMENTO DE PEDRA NATURAL POR FIXAÇÃO DIRETA	115
7.2.3.1. Incidência das anomalias estéticas	115
7.2.3.2. Condições de serviço	116
7.2.3.3. Anomalias estéticas e funcionais relevantes	116
7.2.4. REVESTIMENTO ETICS	118
7.2.4.1. Incidência das anomalias estéticas	118
7.2.4.2. Incidência das anomalias funcionais	119
7.2.4.3. Condições de serviço	119

7.2.4.4. Anomalias estéticas e funcionais relevantes.....	120
7.3. ANÁLISE DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DOS REVESTIMENTOS DE PAREDES EXTERIORES DA FACULDADE DE ARQUITETURA DA UNIVERSIDADE DO PORTO	122
7.3.1. NOTA PRÉVIA.....	122
7.3.2. INCIDÊNCIA DE ANOMALIAS ESTÉTICAS.....	123
7.3.3. INCIDÊNCIA DE ANOMALIAS FUNCIONAIS	123
7.3.4. CONDIÇÕES DE SERVIÇO	124
7.3.5. ANOMALIAS ESTÉTICAS E FUNCIONAIS RELEVANTES	125
7.4. ANÁLISE DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DO HOSPITAL DE S. JOÃO NO PORTO	127
7.4.1. NOTA PRÉVIA.....	127
7.4.2. INCIDÊNCIA DE ANOMALIAS ESTÉTICAS.....	128
7.4.3. INCIDÊNCIA DE ANOMALIAS FUNCIONAIS	129
7.4.4. CONDIÇÕES DE SERVIÇO	130
7.4.5. ANOMALIAS ESTÉTICAS E FUNCIONAIS RELEVANTES	131
7.5. COMPARAÇÃO ENTRE AS FACULDADES DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - ETICS	132
 8. CONCLUSÕES.....	 135
8.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS	135
8.2. CONCLUSÕES GERAIS	135
8.3. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS.....	137
 BIBLIOGRAFIA	 139

ANEXOS

ANEXO A – FICHA DE INSPEÇÃO

ANEXO B – FICHAS DE INSPEÇÃO PREENCHIDAS

ANEXO DIGITAL

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 2.1 – Relação entre todas as partes da ISO 15686 e o planeamento da vida útil de edifícios.	5
Fig. 2.2 – Abordagens para a estimativa da vida útil	8
Fig. 2.3 – Metodologia de Previsão da Vida Útil segundo ISO 15686-2.....	9
Fig. 4.1 – Esquema representativo dos componentes constituintes do reboco tradicional.	33
Fig. 4.2 – Tipo de ligantes normalmente utilizados.....	34
Fig. 4.3 – Granulometria quase uniforme originando grandes fissuras	35
Fig. 4.4 – Granulometria diversa originando fissuras mais pequenas.	35
Fig. 4.5 – Esquema das camadas constituintes do reboco.	36
Fig. 4.6 – Revestimento com camada única.	36
Fig. 4.7 – Revestimento com três camadas.....	36
Fig. 4.8 – Exemplo de um acabamento de massa de areia.....	38
Fig. 4.9 – Exemplo de um acabamento com estrias verticais.....	38
Fig. 4.10 – Exemplo de um acabamento rústico.....	38
Fig. 4.11 – Esquema do mecanismo de aderência por penetração de argamassa dos revestimentos de ligantes hidráulicos nos poros e rugosidades do suporte.	39
Fig. 4.12 – Máquina de projetar reboco.	40
Fig. 4.13 – Exemplo de aplicação de reboco através de projeção mecânica.....	41
Fig. 4.14 – Equipamento para aplicação autónoma do reboco.	41
Fig. 4.15 – Equipamento para aplicação autónoma do reboco.	42
Fig. 4.16 - Esquema representativo dos componentes constituintes do reboco não tradicional.....	42
Fig. 4.17 – Revestimento exterior em placas de pedra natural.	49
Fig. 4.18 – Agrafos aplicados em topos verticais e no tardo das placas de pedra, chumbados com argamassa na parede.	52
Fig. 4.19 – Agrafos aplicados em topos verticais e no tardo das placas de pedra, chumbados com argamassa na parede.	52
Fig. 4.20 – Exemplo de fixação através de gatos.	53
Fig. 4.21 - Exemplo de fixação através de gatos.	54
Fig. 4.22 – Exemplo de fixação de um gato à estrutura, permitindo liberdade de movimentos das placas.	54
Fig. 4.23 – Exemplo de um corte com pormenorização da fixação dos gatos.	55
Fig. 4.24 – Exemplo de uma estrutura intermédia.	56
Fig. 4.25 – Exemplo de fixação de placas à estrutura intermédia.	56
Fig. 4.26 – Sistema de isolamento térmico por revestimento espesso sobre isolante.	60

Fig. 4.27 - Sistema de isolamento térmico por revestimento delgado sobre isolante.....	61
Fig. 4.28 – Encaixes laterais das placas de isolante.....	61
Fig. 4.29 – Ranhuras nas faces das placas de isolante.....	62
Fig. 4.30 – Execução da camada de base em duas demãos com colocação da armadura entre ambas.	62
Fig. 4.31 – Armadura em rede de fibra de vidro.....	63
Fig. 4.32 – Perfis de proteção das extremidades inferiores dos sistemas de isolamento térmico por revestimento delgado sobre isolante.....	63
Fig. 4.33 – Perfis de proteção das extremidades laterais do sistema.....	63
Fig. 4.34 – Cantoneiras de proteção das arestas verticais do sistema.....	64
Fig. 4.35 – Tratamento de junta de dilatação assegurando a estanquidade da alvenaria	64
Fig. 4.36 – Sobreposição dos bordos de faixas contíguas de armadura.	64
Fig. 4.37 – Reforços de armadura nos cantos de um vão com faixas de armadura normal coladas diretamente sobre o isolante.	65
Fig. 4.38 – Elementos de recobrimento ao nível dos peitoris.	65
Fig. 4.39 – Esquema de revestimento cerâmico.	66
Fig. 4.40 – Exemplo de fixação mecânica para ladrilhos cerâmicos.	68
Fig. 4.41 – Técnica W1.....	69
Fig. 4.42 - Técnica W2.....	69
Fig. 4.43 – Técnica V1.....	70
Fig. 4.44 – Técnica V2.....	70
Fig. 4.45 – Técnica V3.....	70
Fig. 4.46 – Esquema de colocação dos acessórios para realização das juntas.....	72
Fig. 4.47 – Junta estrutural.....	72
Fig. 4.48 – Junta intermédia.....	73
Fig. 4.49 – Esquema de aplicação de malha para vencer descontinuidades estruturais.....	73
Fig. 4.50 – Esquema de correta realização de um coroamento.....	74
Fig. 4.51 – Exemplo de proteção de um ângulo saliente de uma parede.....	74
Fig. 4.52 – Exemplo de aplicação de revestimento cerâmico em zona curva.	75
Fig. 5.1 – Mecanismo de formação de eflorescências e criptoflorescências	78
Fig. 5.2 – Desenvolvimento de vegetação em parede degradada.....	79
Fig. 5.3 – Empolamento e destacamento de camada de acabamento de reboco.....	79
Fig. 5.4 – Fendilhação de reboco devido a retração	80
Fig. 5.5 – Fendilhação em escada	80

Fig. 5.6 – Fendilhação devido a variações dimensionais de origem térmica	81
Fig. 5.7 – Destacamento de reboco por falta de aderência inicial	81
Fig. 5.8 – Exemplo de corrosão de elementos de fixação embora em outro tipo de revestimento	84
Fig. 5.9 – Descolamento de ladrilhos	85
Fig. 5.10 – Alteração de aspeto de ladrilhos devido a escorrimientos de material de preenchimento de juntas.	85
Fig. 5.11 – Fissuração do vidro de um ladrilho cerâmico.	86
Fig. 5.12 – Eflorescências em revestimentos cerâmicos.	86
Fig. 5.13 – Fratura de placas de pedra natural	90
Fig. 5.14 – Desenvolvimento de colonização biológica em placas de granito	90
Fig. 5.15 – Pintura escorrida.	91
Fig. 5.16 – Pintura Enrugada	92
Fig. 5.17 – Pintura degradada devido a envelhecimento natural	93
Fig. 5.18 – Destacamento de revestimento por pintura	93
Fig. 5.19 – Empolamento de revestimento por pintura	93
Fig. 6.1 – Fotografia aérea da FEUP	96
Fig. 6.2 – FEUP, revestimento de pedra natural visível no edifício B e C.	97
Fig. 6.3 – FEUP, revestimento ETICS visível na zona dos departamentos.	98
Fig. 6.4 – Fotografia aérea da FAUP.	99
Fig. 6.5 – FAUP, Revestimento ETICS.	99
Fig. 6.5 – Fotografia aérea do hospital de S. João.	100
Fig. 6.6 – Hospital S. João, reboco como principal revestimento.	101
Fig. 6.7 – Cabeçalho da ficha de inspeção.	102
Fig. 6.8 – Ficha de inspeção: Identificação do edifício.	102
Fig. 6.9 – Ficha de inspeção: Descrição do edifício	103
Fig. 6.10 – Ficha de inspeção: Caracterização da parede exterior.	103
Fig. 6.11 – Ficha de inspeção: Condições ambientais.	103
Fig. 6.12 – Ficha de inspeção: Condições de Intervenção e manutenção	104
Fig. 6.13 – Ficha de inspeção: Anomalias estéticas	104
Fig. 6.14 – Ficha de inspeção: Anomalias mecânicas/funcionais	105
Fig. 6.15 – Ficha de inspeção: Registo fotográfico (parte 1).	105
Fig. 6.16 - Ficha de inspeção: Registo fotográfico (parte 2).	106
Fig. 6.17 – Ficha de inspeção: Coeficiente de Deterioração (Cd)	107
Fig. 6.18 – Ficha de inspeção: Observações	108

Fig. 6.19 – Ficha de inspeção: Adequação do revestimento ao local.....	108
Fig. 7.1 – Incidência de anomalias por tipo de revestimento na FEUP.	110
Fig. 7.2 – Incidência de anomalias estéticas por tipo de revestimento na FEUP	111
Fig. 7.3 – Incidência de anomalias funcionais por tipo de revestimento na FEUP.	111
Fig. 7.4 – Incidência de anomalias estéticas em pedra natural de fixação indireta na FEUP.	112
Fig. 7.5 – Coeficiente de deterioração em função da orientação da parede, FEUP.....	113
Fig. 7.6 – Estado de conservação do revestimento de pedra natural por fixação indireta na FEUP..	113
Fig. 7.7 – Incidência das anomalias estéticas em revestimento de pedra natural por fixação direta, FEUP.	115
Fig. 7.8 – Estado de conservação da pedra natural por fixação direta, FEUP	116
Fig. 7.9 – Incidência das anomalias estéticas em ETICS, FEUP.....	118
Fig. 7.10 – Incidência das anomalias funcionais em ETICS, FEUP.	119
Fig. 7.11 – Estado de conservação do ETICS, FEUP.....	120
Fig. 7.12 – Incidência de anomalias em revestimento ETICS, FAUP.....	122
Fig. 7.13 – Incidência das anomalias estéticas no ETICS, FAUP.....	123
Fig. 7.14 – Incidência das anomalias funcionais no ETICS, FAUP.	124
Fig. 7.15 – Coeficiente de deterioração médio em função da orientação do ETICS, FAUP.	124
Fig. 7.16 – Estado de conservação do ETICS, FAUP.....	125
Fig. 7.17 – Incidência de anomalias em reboco, São João.....	128
Fig. 7.18 – Incidência das anomalias estéticas.	129
Fig. 7.19 – Incidência das anomalias funcionais no reboco, São João	129
Fig. 7.20 – Estado de conservação do reboco, São João.....	130
Fig. 7.21 – Incidência das anomalias estéticas e funcionais entre FEUP e FAUP	133
Fig. 7.22 – Coeficiente de deterioração médio da FEUP e FAUP	133
Fig. 8.1 – Evolução da deterioração em condições variáveis – linha de tendência.....	136

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1 – Vida útil dos produtos em função da durabilidade das construções.....	6
Quadro 2.2 – Duração mínima da vida de projeto estimada para os elementos de construção	6
Quadro 2.3 – Vida útil de projeto solicitada aos elementos de construção	7
Quadro 2.4 – Requisitos Básicos das Obras de Construção.....	8
Quadro 2.5 – Descrição dos fatores modificadores	10
Quadro 2.6 – Valores de desvio em relação às condições de referência	11
Quadro 2.7 – Agentes de degradação	11
Quadro 2.8 – Tipos de obsolescência e exemplos	12
Quadro 3.1 – Exigências funcionais dos revestimentos de paredes exteriores de edifícios.....	16
Quadro 3.2 – Escalões de tempo associados a cada classe de resistência ao fogo	19
Quadro 3.3 – Exigências mínimas de segurança contra incêndio a que as paredes exteriores dos edifícios de habitação deverão obedecer.	19
Quadro 3.4 - Exigências mínimas de segurança contra incêndio a que as paredes exteriores dos edifícios de tipo hospitalar deverão obedecer.....	19
Quadro 3.5 - Exigências mínimas de segurança contra incêndio a que as paredes exteriores dos edifícios de tipo administrativo deverão obedecer	20
Quadro 3.6 - Exigências mínimas de segurança contra incêndio a que as paredes exteriores dos edifícios escolares deverão obedecer.....	20
Quadro 3.7 – Energias mínimas de choque a que os revestimentos dos paramentos das fachadas devem resistir sem se deteriorarem	24
Quadro 3.8 – Classificação de revestimentos exteriores de paredes.....	29
Quadro 4.1 – Composição granulométrica da areia normal	34
Quadro 4.2 – Requisitos principais de um revestimento por pintura de paredes exteriores	46
Quadro 4.3 – Compatibilidade entre suportes e processos de fixação de revestimentos de pedra	50
Quadro 4.4 – Comparação de características dos sistemas de isolamento térmico pelo exterior com ou sem lâmina de ar	59
Quadro 4.5 – Classificação dos ladrilhos cerâmicos em função do processo de fabrico e de absorção de água.....	67
Quadro 4.6 – Caracterização das classes de ladrilhos definidas pela norma europeia EN 14411	67
Quadro 5.1 – Principais anomalias em revestimentos cerâmicos colados	86
Quadro 5.2 – Anomalias e causas mais frequentes em revestimentos por pintura	94
Quadro 6.1 – Edifícios constituintes da Faculdade de Engenharia.....	96
Quadro 7.1 – Anomalias relevantes em revestimentos de pedra natural por fixação indireta	114

Quadro 7.2 – Anomalias relevantes em revestimentos de pedra natural por fixação direta.....	117
Quadro 7.3 – Anomalias relevantes em revestimento ETICS, FEUP.....	120
Quadro 7.4 – Anomalias relevantes em revestimento ETICS, FAUP.....	125
Quadro 7.5 – Anomalias relevantes no reboco	131

1

INTRODUÇÃO

1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Cada vez mais é necessário compreender quais os tipos de revestimentos disponíveis no mercado que se adequam a um uso funcional e duradouro consoante as suas características e particularidades específicas.

A solução a adotar no momento da seleção deve ser criteriosa, de modo a serem garantidas determinadas exigências de desempenho e durabilidade consoante a tipologia do edifício, o seu uso e a sua localização.

Hoje em dia estão disponíveis no mercado diversos tipos de revestimentos bastante distintos, desde os mais simples e correntes até aos mais complexos e inovadores, sendo preciso ter em atenção a sua durabilidade e necessidade de manutenção ao longo do tempo.

Com isto, e para uma escolha mais coerente e com algum conhecimento, é importante que sejam elaborados estudos de durabilidade dos revestimentos e de alguns detalhes na sua aplicação. Assim os utilizadores poderão tomar uma decisão mais concisa e assertiva na escolha do tipo de revestimento com algum conhecimento de causa.

1.2. OBJETIVO DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação tem como principal objetivo, tal como o seu título indica, estudar a durabilidade dos diversos tipos de revestimento de paredes exteriores existentes em vários edifícios tendo em consideração o seu desgaste natural e a degradação causada pela exposição a diversos agentes de deterioração.

Este estudo de durabilidade pode ser dividido em duas etapas principais:

Numa primeira etapa efetua-se um levantamento dos diferentes tipos de revestimentos e materiais que são correntemente utilizados nos vários tipos de edifícios existentes e, posteriormente, é feita uma descrição detalhada de cada um com a sua importância nas questões de durabilidade, manutenção e deterioração.

Na segunda etapa será empregue uma metodologia de estudo com base em fichas de inspeção que irão permitir a recolha de informações relevantes, como por exemplo as anomalias presentes nos revestimentos quer a nível estético quer a nível mecânico, a orientação do suporte, a localização, entre outras. Desta forma será possível determinar qual o estado de deterioração dos revestimentos e a sua adequação ao local.

1.3. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação está dividida em oito capítulos.

No Capítulo 1, Introdução, é feita uma pequena introdução sobre ao que esta dissertação se refere, expondo-se os seus objetivos e a estrutura da mesma.

No Capítulo 2, Enquadramento Geral, é elaborada uma análise sobre o tema da durabilidade e a vida útil dos edifícios.

No Capítulo 3, Exigências Funcionais dos Revestimentos Exteriores, são abordadas as exigências a que um revestimento de parede exterior deve obedecer.

No Capítulo 4, Revestimentos Correntemente Utilizados, é efetuada uma pesquisa sobre todos os revestimentos exteriores de parede que mais são aplicados também como a sua devida aplicação e manutenção.

No Capítulo 5, Anomalias Frequentes em Revestimentos Exteriores, aborda-se as principais anomalias frequentemente encontradas em cada tipo de revestimento.

No Capítulo 6, Metodologia de Estudo, é descrito o método de estudo, a amostra de edifícios estudada, e é apresentada a ficha de inspeção.

No Capítulo 7, Tratamento e Análise de Dados, é efetuada a análise dos dados recolhidos através da metodologia previamente descrita no capítulo anterior.

No Capítulo 8, Conclusões, são apresentadas as principais conclusões retiradas ao longo do trabalho e os desenvolvimentos futuros, aquilo que poderá ser feito na continuidade deste trabalho.

2

DURABILIDADE – ENQUADRAMENTO GERAL

2.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

“Todas as edificações, seja qual for a sua natureza, deverão ser construídas com perfeita observância das melhores normas de arte de construir e com todos os requisitos necessários para que lhes fiquem asseguradas, de modo duradouro, as condições de segurança, salubridade e estética mais adequadas às suas funções educativas que devem exercer.” RGEU, artigo 15º [1].

“A qualidade, a natureza e o modo de aplicação dos materiais utilizados na construção das edificações deverão ser de molde que satisfaçam às condições estabelecidas no artigo anterior e às especificações oficiais aplicáveis.” RGEU, artigo 16º [1].

Nos últimos tempos, com a introdução de novas soluções para revestimentos de paredes exteriores e de novas tecnologias aumentou a preocupação com a temática da durabilidade, devido ao desconhecimento da variação com o tempo do desempenho dessas novas soluções.

O estudo da durabilidade da construção exige o conhecimento das propriedades dos materiais, componentes da construção e características dos ambientes a que estão sujeitos. Antigamente a garantia da durabilidade de uma construção era dada pela adoção de soluções construtivas tradicionais, que já tivessem dado provas da sua qualidade e durabilidade no passado [2].

O processo de envelhecimento dos materiais e componentes tem o seu ponto de partida logo após a conclusão da obra, consistindo assim numa perda de desempenho das construções. Esta perda manifesta-se em níveis cada vez mais elevados ao longo do tempo, traduzindo-se na incapacidade dos edifícios acolherem os usos para os quais foram projetados ou na existência de anomalias [5].

A durabilidade das construções, em geral, é um dos princípios primordiais aquando da construção de um edifício novo, ou na reabilitação de um edifício. A durabilidade da construção é a capacidade que um edifício, ou os elementos que constituem o edifício, têm para desempenhar a função para a qual foram projetados, durante um determinado período de tempo, sob determinadas condições de serviço [3].

2.2. CONCEITO DE DURABILIDADE

A durabilidade é definida como a duração ou qualidade do que é durável, estando diretamente relacionado com o tempo de vida útil que um dado material ou sistema construtivo tem para cumprir

as funções para o qual foi inicialmente projetado. Frequentemente associa-se qualidade com o tempo de duração, isto é, quanto maior for a durabilidade, maior será a sua qualidade.

Atendendo à norma ISO 15856-1 [5], durabilidade é a *“capacidade do edifício, ou os seus elementos, de desempenhar as funções requeridas durante um determinado período de tempo sobre a influência dos agentes atuantes em serviço”*. [3]

A mesma norma define vida útil como *“período de tempo, após a construção, em que o edifício ou os seus elementos igualam ou excedem os requisitos mínimos de desempenho”*. [3,5]

Em Portugal não existe uma regulamentação específica sobre este tema, durabilidade das construções, apenas o Regulamento Geral das Edificações Urbanas, RGEU [1], faz uma pequena abordagem a este tema. No entanto este regulamento já se encontra desajustado das exigências construtivas atuais, havendo assim a necessidade de que este seja revisto e atualizado. [3]

No RGEU [1] são apresentadas algumas considerações relativamente à vida útil da construção:

“A vida útil de uma edificação, corresponde ao período em que a respetiva estrutura não apresenta degradação de materiais, em resultado das condições ambientais, que conduzam à redução da segurança estrutural inicial”. Artigo 117º, n.º 1.

“Durante a vida útil das edificações, devem realizar-se atividades de inspeção, manutenção e reparação, nomeadamente em relação aos diversos componentes da edificação que tenham durabilidade inferior à vida útil”. Artigo 117º, n.º 2.

O estudo da durabilidade das construções tem ainda maior relevância quando a mesma representa um dos principais sectores estratégicos para o desenvolvimento de um país. Assim, tal estudo permite [6]:

- Avaliar e prever a vida útil dos materiais, componentes, sistemas e edifícios;
- Definir estratégias de manutenção e substituição dos elementos de construção;
- Prever o impacte ambiental e energético das construções ao longo do tempo;
- Estimar o custo de manutenção, remodelação ou substituição dos edifícios ou das suas partes, ao longo da sua vida útil;
- Estimar os custos e as metodologias requeridas para o prolongamento da vida útil das construções;
- Desenvolver ferramentas de análise e diagnóstico de grandes parques construídos, na perspectiva da sua gestão;
- Definir estratégias de projeto e obra, com vista a uma maior sustentabilidade e qualidade das construções.

Na norma ISO 15686-1 [5] é apresentada uma metodologia para o planeamento da vida útil para um dado edifício. Esta metodologia insere-se na fase de projeto com o objetivo de garantir, sempre que possível, que a vida útil de um edifício exceda a sua vida de projeto, tendo em conta os custos do ciclo de vida do edifício [2].

Este planeamento tem como principal objetivo a redução dos custos que o proprietário terá ao longo da vida útil de um edifício, tendo em conta custos de aquisição, manutenção, reparação e exploração. A avaliação da durabilidade de um material ou componente de um edifício contribui para definição de alguns pormenores e especificações. A existência de um prognóstico da vida útil de um edifício e de todos os seus constituintes, permite a elaboração de um plano de manutenção mais eficaz [2].

A figura seguinte (figura 2.1) apresenta a organização e a relação das partes da ISO 15686 e o planeamento da vida útil de um edifício. Essas metodologias para o planeamento da vida útil dos edifícios e dos seus componentes podem ser aplicadas quer a edifícios já existentes quer a novos.

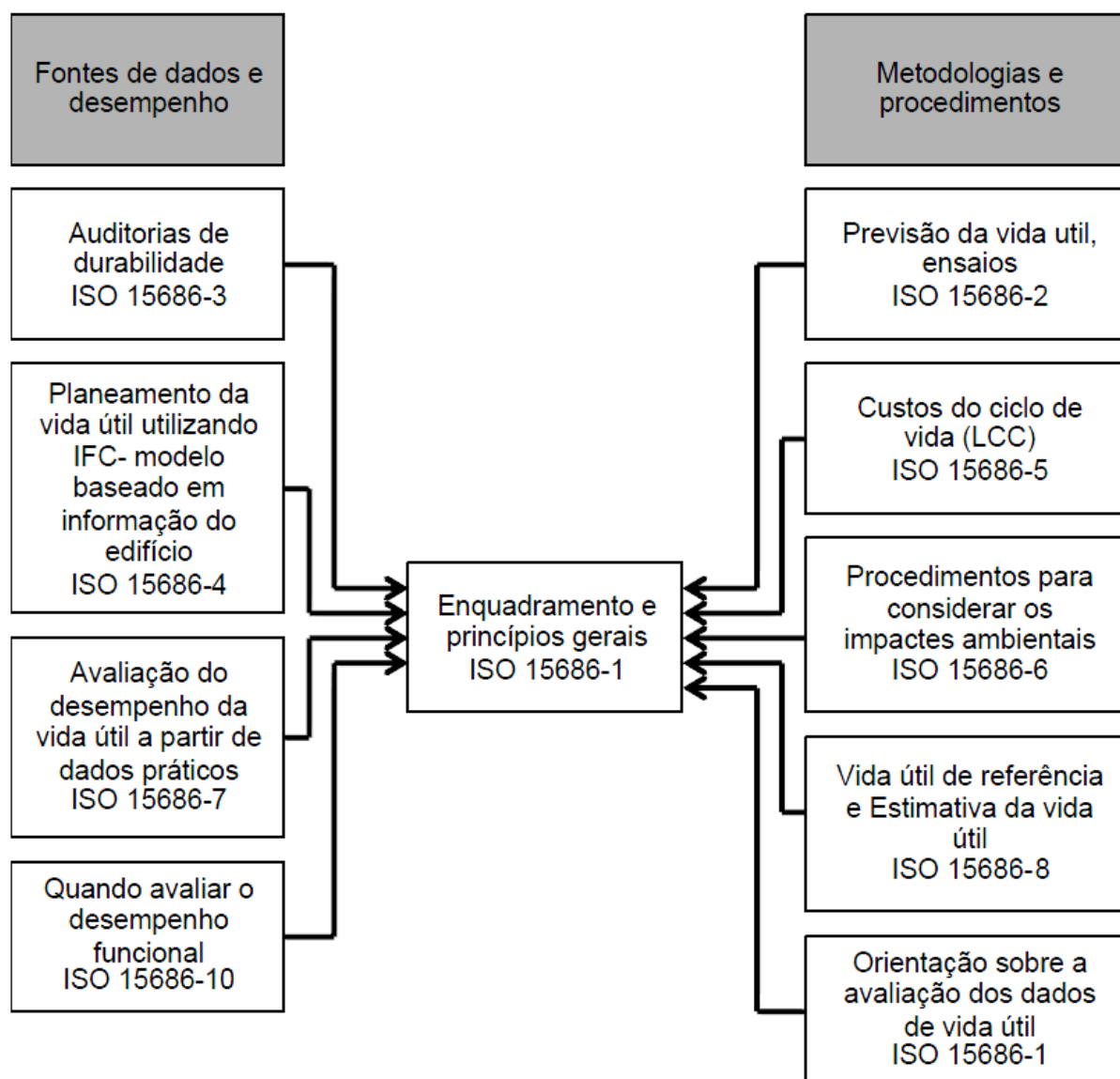


Fig. 2.1 – Relação entre todas as partes da ISO 15686 e o planejamento da vida útil de edifícios. Adaptado [5]

2.3. QUANTIFICAÇÃO DA DURABILIDADE

Algumas das normas internacionais revelam valores propostos para projeto de durabilidade associados ao tempo de vida útil.

Uma dessas normas é o *Guidance Document 002* da EOTA [7], que propõe uma classificação para a durabilidade dos produtos consoante a durabilidade das construções e da facilidade de reparação ou substituição dos respetivos produtos. Essa classificação pode ser observada no quadro seguinte (Quadro 2.1).

Quadro 2.1 – Vida útil dos produtos em função da durabilidade das construções [7].

Durabilidade das Construções		Durabilidade dos produtos de Construção [anos]		
Categoria	Anos	Categoria		
		Facilmente reparável ou substituível	Reparável ou substituível	Para toda a vida de construção (2)
Pequena	10	10 (1)	10	10
Média	25	10 (1)	25	25
Normal	50	10 (1)	25	50
Longa	100	10 (1)	25	100
1) Em casos excepcionais e justificados, isto é, para determinado produto de construção prevê-se um tempo de serviço de 3 a 6 anos (quando em concordância com EOTA TN ou CEN, respetivamente)				
2) Quando não são reparáveis, substituídos facilmente ou substituídos com mais algum esforço.				

Outra norma internacional, a ISO 15686-1 [5], também atribui valores para a vida útil de projeto. Esses valores indicam que a vida útil de um edifício é limitada pela degradação dos elementos de construção, não sendo passíveis de substituição ou cuja substituição seja excessivamente dispendiosa. No quadro seguinte (Quadro 2.2) estão representados esses valores.

É igualmente importante e relevante ter em atenção que deve ser na fase de projeto que se define quais os componentes do edifício que deverão ser suscetíveis de manutenção ou substituição ao longo da vida de projeto do edifício.

Quadro 2.2 – Duração mínima da vida de projeto estimada para os elementos de construção [5]

Vida de Projeto do Edifício	Elementos inacessíveis ou estruturais	Elementos cuja substituição é difícil ou dispendiosa	Elementos substituíveis do edifício	Instalações e equipamentos
Ilimitada	Ilimitada	100	40	25
150	150	100	40	25
100	100	100	40	25
60	60	60	40	25
25	25	25	25	25
15	15	15	15	15
10	10	10	10	10
1) Alguns dos elementos de fácil substituição poderão ter uma durabilidade inferior, 3 a 6 anos				
2) A vida ilimitada deve ser utilizada raramente, pois reduz significativamente as opções de projeto				

A *Principal Guide Service Planning of Japan* [8] apresenta também uma classificação da durabilidade em valores médios de tempo de serviço dos elementos constituintes de um edifício em função do tipo de uso do mesmo [3].

Quadro 2.3 – Vida útil de projeto solicitada aos elementos de construção [8]

Tipo de Elemento	Uso do Edifício			
	Habitação	Escritórios	Hospitais	Escolas
Todo o edifício	62	53	55	44
Cobertura plana	26	24	32	23
Cobertura inclinada	43	41	46	38
Sistema de fachada	48	42	43	34
Porta interior	45	35	32	29
Janela	39	30	36	26
Compartimentação	48	35	43	30
Elementos metálicos de amarração	32	22	21	24
Ar condicionado	40	31	24	26
Torneiras	23	17	15	18

2.4. EXIGÊNCIAS DE DESEMPENHO

Todos os elementos da construção ou produto da construção têm de estar aptos para dar resposta às solicitações a que vão ser sujeitos durante o seu tempo de vida útil em condições normais de utilização, a isso denomina-se desempenho, desempenho esse que terá de cumprir com as exigências de projeto. Deste modo é necessário ter em consideração os fatores que afetam a durabilidade desses elementos construtivos, tais como a localização do edifício, a estanquidade à água, a exposição aos diversos elementos de degradação, entre outros.

Hoje em dia é necessário ter em consideração os requisitos básicos das obras de construção. Inicialmente, a *Diretiva dos Produtos de Construção 89/106/CEE* [9] definiu seis requisitos essenciais em que é defendido que os “requisitos constituem o conjunto de requisitos mínimos que as obras de construção devem respeitar de modo a poderem ser consideradas aptas ao uso durante o período de vida para o qual foram concebidas”.

Posteriormente, a norma foi atualizada e foi publicado um novo documento que complementa o primeiro. Em 9 de Março de 2011 foi publicado o Regulamento (UE) nº305/2011 [10] que revoga a *Diretiva dos Produtos de Construção 89/106/CEE* [9].

A recente norma define sete requisitos, mais um do que a norma anterior, em que refere que “as obras de construção devem, no seu todo e nas partes separadas de que se compõe, estar aptas para o uso a que se destinam, tendo em conta, nomeadamente, a saúde e a segurança das pessoas nelas envolvidas durante todo o ciclo de vida da obra. As obras de construção devem satisfazer, em condições normais

de manutenção, os requisitos básicos das obras de construção durante um período de vida útil economicamente razoável”. No quadro seguinte são apresentados os sete requisitos básicos da última regulamentação.

Quadro 2.4 – Requisitos Básicos das Obras de Construção [10]

Requisitos Básicos das Obras de Construção
Resistência mecânica e estabilidade
Segurança contra incêndio
Higiene, saúde e ambiente
Segurança a acessibilidade na utilização
Proteção contra ruído
Economia de energia e isolamento térmico
Utilização sustentável dos recursos naturais

Embora não sejam requisitos estipulados pelo Regulamento deverão ter-se em conta outros requisitos, tal como a durabilidade, a adequação ao uso, a adaptação à utilização normal e manutenção e reparação e o conforto visual.

2.5. PREVISÃO DO TEMPO DE VIDA ÚTIL

Na previsão da vida útil de um material de construção existem três tipos de modelos, os modelos probabilísticos, os modelos determinísticos e ainda os modelos de engenharia. Consoante a natureza do produto e a sua finalidade deve ser escolhido o modelo mais rigoroso que implique uma rigorosa definição das funções e exigências.

Na figura seguinte (Fig. 2.2) é possível observar as abordagens que são feitas para a estimativa da vida útil de acordo com a norma ISO 15686-1:2011.

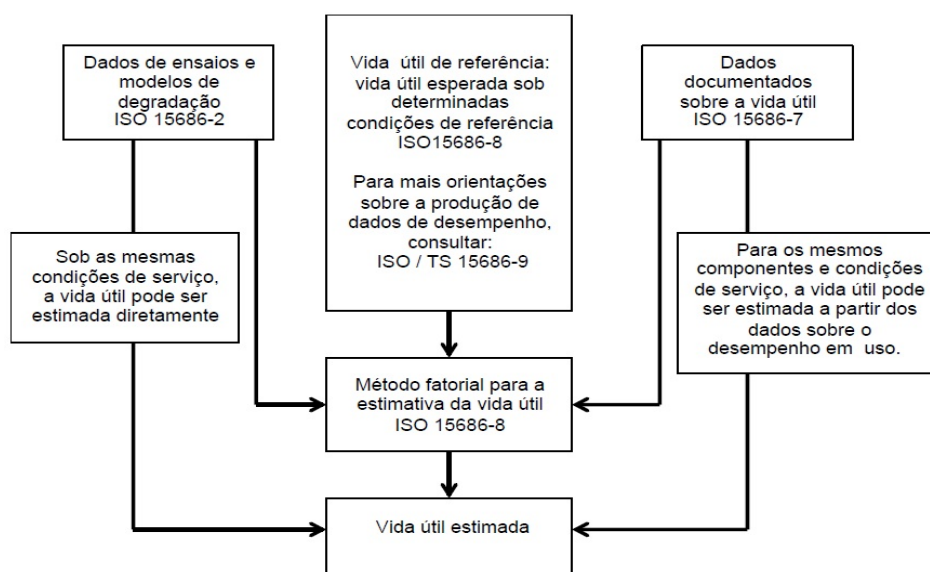


Fig. 2.2 – Abordagens para a estimativa da vida útil. Adaptado [5]

A norma ISO 15686-8 sugere modelos determinísticos numa previsão de vida útil, mais especificamente, o Método Fatorial. Este método serviu como base no desenvolvimento desta norma pois é o que tem melhor aceitação pela comunidade científica pela sua aplicação prática e elevada operacionalidade. O Método Fatorial tem como base o estudo dos fatores influentes na durabilidade do elemento construtivo em estudo, que posteriormente é traduzido numa expressão que quantifica o efeito modificador desses fatores em relação à vida útil de referência.

O Método Fatorial baseia-se na vida útil de referência que é a vida útil padrão que serve para a estimativa da vida útil de um edifício ou de parte de um edifício [11] e que pode ser baseado em dados fornecidos pelo fabricante, em resultados de ensaios, em dados experimentais anteriores, em observações de construções similares ou que se encontram em condições similares, em informação recolhida pela bibliografia relacionada com o tema de durabilidade e em informação contida em documentos de homologação ou outra documentação desse tipo [12].

Para determinar o valor da vida útil de referência, geralmente é utilizada a metodologia presente na Fig. 2.3.

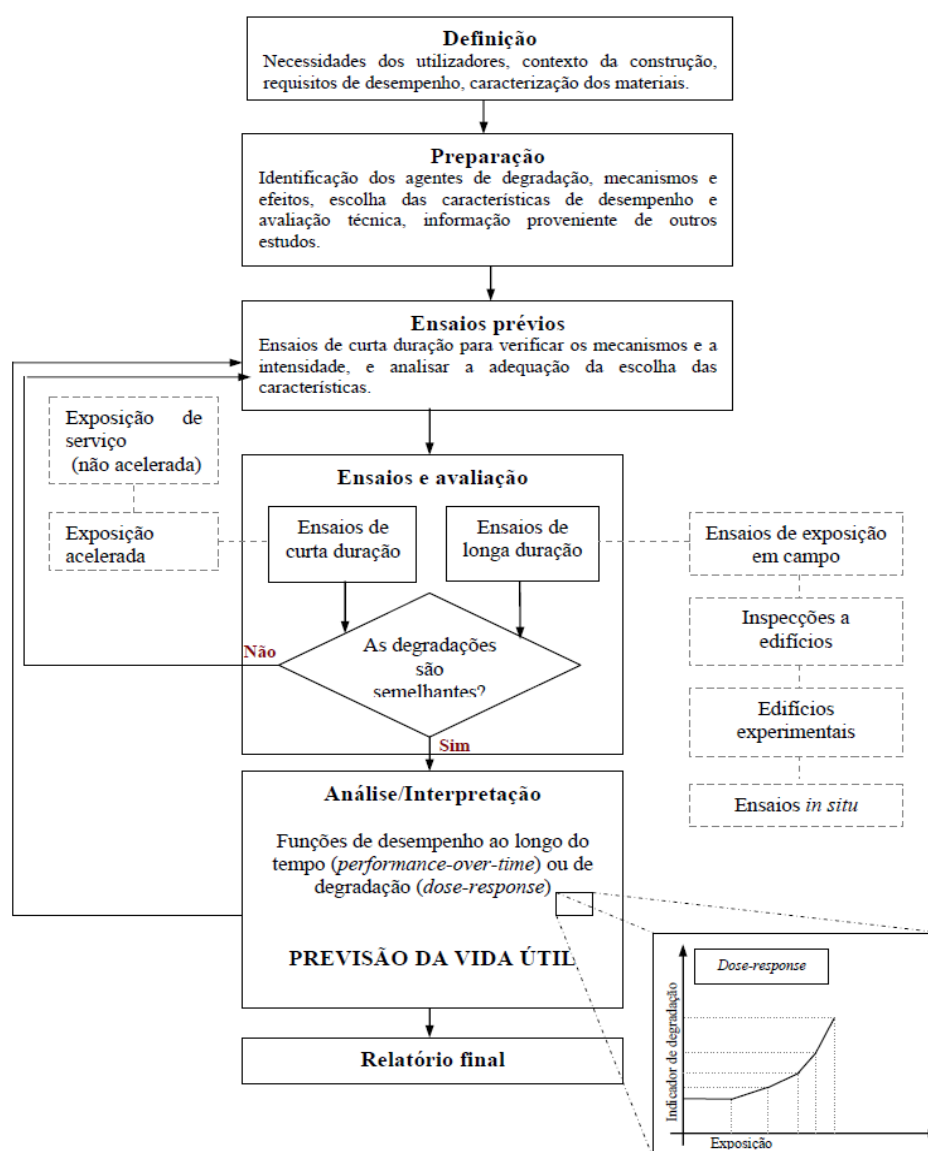


Fig. 2.3 – Metodologia de Previsão da Vida Útil segundo ISO 15686-2 [13]

Para a obtenção de um valor para a vida útil estimada de um elemento construtivo em estudo, multiplica-se a vida útil de referência pelos diversos fatores relacionados com a durabilidade. Na expressão seguinte (2.1) é possível observar o que foi descrito anteriormente.

$$VUE = VUR \times A \times B \times C \times D \times E \times F \times G \quad (2.1)$$

Em que:

- VUE – Vida útil estimada
- VUR – Vida útil de referência
- A – Fator modificador relacionado com a qualidade do produto de construção
- B – Fator modificador relacionado com o nível de qualidade do projeto
- C – Fator modificador relacionado com o nível da execução
- D – Fator modificador relacionado com as características do ambiente exterior
- E – Fator modificador relacionado com as características do ambiente exterior
- F – Fator modificador relacionado com as características do uso
- G – Fator modificador relacionado com o nível de manutenção

Os fatores modificadores devem ser escolhidos criteriosamente, identificando os efeitos de cada uma das condições ambientais sobre a vida útil do elemento em estudo. É importante não contabilizar mais do que uma vez a influência de uma determinada condição. Segundo a norma ISO 15686 [5] é apresentada a descrição dos fatores modificadores no quadro seguinte.

Quadro 2.5 – Descrição dos fatores modificadores [5]

Fator	Descrição
A – Qualidade do produto de construção	Representa a qualidade dos materiais ou componentes, nas condições em que são fornecidos à obra, segundo as especificações do projetista.
B – Nível de qualidade do projeto	Exprime o nível de qualidade do projeto. Este fator tem a ver com a adequação da escolha de uma solução construtiva específica, das medidas de proteção prevista, entre outras.
C – Nível de qualidade de execução	Refere-se à qualidade de execução. A avaliação deste fator deverá refletir o grau de confiança da mão-de-obra mas também a existência ou não de uma fiscalização rigorosa.
D – Características do ambiente interior	Refere-se às características do ambiente interior.
E – Características do ambiente exterior	Refere-se às características do ambiente exterior.
F – Características de uso	Reflete o efeito do uso na degradação do material ou componente.
G – Nível de manutenção	Refere-se à manutenção e deve dar conta da probabilidade da existência de uma manutenção adequada.

Para os fatores modificadores são adotados valores que representam o desvio padrão em relação às condições de referência, sendo sempre próximos de 1,0 e podendo variar entre 0,8 e 1,2. Segundo a norma ISO 15686 [5], os valores sugeridos estão representados no quadro seguinte.

Quadro 2.6 – Valores de desvio em relação às condições de referência [5]

Valor	Valores de desvio em relação à condição de referência
0,8	Quando o fator tem uma influência negativa sobre o elemento em estudo
1,0	Quando o fator não apresenta desvio em relação à condição de referência
1,2	Quando o fator tem influência positiva sobre o elemento em estudo

2.6. MECANISMOS E AGENTES DE DEGRADAÇÃO

Como é sabido, a durabilidade é influenciada por um conjunto de ações que podem atuar isoladas e/ou combinadas, resultando no processo de degradação dos materiais, consequência da interação com o meio.

A norma ISO 15686 [5] define mecanismo de degradação como *“uma forma de alteração química, física ou mecânica que produz efeitos negativos em propriedades críticas dos produtos da construção”* e agentes de degradação como *“tudo o que atue sobre o edifício ou parte dele afetando negativamente o seu desempenho”*.

A caracterização dos agentes de degradação pode ser feita para o edifício no seu conjunto, ou incluir condições particulares de localizações específicas no edifício. Estas dependem do grau de relevância que têm para a degradação [2].

Conforme a norma ISO 6241 [14], no quadro seguinte estão apresentados os tipos de agentes de degradação que afetam a duração da vida útil dos produtos de construção.

Quadro 2.7 – Agentes de degradação [2]

Natureza	Classe	Exemplos
Mecânica	Gravitacionais	Ações permanentes, sobrecargas, ação da neve
	Forças aplicadas e deformações impostas ou restringidas	Expansão e contração, formação de gelo, deslizamento de terras
	Energia cinética	Impactos, choque hidráulico
	Vibração e ruídos	Vibrações devidas a tráfego ou equipamentos
Eletromagnética	Radiação	Solar, UVE, radioatividade
	Elettricidade	Reações eletrolíticas, iluminação elétrica
	Magnetismo	Campos magnéticos

Térmica	Níveis extremos ou variações acentuadas de temperatura	Calor, geada, choque térmico, fogo
	Água e solventes	Humidade do ar, humidade do solo, precipitação, álcool
Química	Agentes oxidantes	Oxigénio, desinfetantes
	Agentes redutores	Sulfuretos, amoníaco
	Ácidos	Ácido carbónico, excrementos de pássaros
	Bases	Cimento, hidróxidos, cal
	Sais	Nitratos, fosfatos, cloretos, gesso
	Substâncias quimicamente neutras	Gordura, óleo, calcário
Biológica	Plantas e micróbios	Bactérias, bolores, fungos, raízes
	Animais	Roedores, térmitas, vermes, pássaros

2.7. FIM DA VIDA ÚTIL

O fim da vida útil de um produto ocorre quando existem perdas de desempenho relativamente ao uso a que se destina. O fim da vida útil é difícil de prever e definir uma vez que depende bastante do tipo de utilização, dos agentes de degradação, das exigências de projeto, entre outros. Deverá ter-se em consideração a ocorrência de alteração ao nível do desempenho exigido por parte do produto, que pode deixar de garantir um desempenho satisfatório, essa alteração denomina-se obsolescência que é definida, segundo a norma ISO 15686 [5], como “a perda de aptidão de um determinado item para desempenhar satisfatoriamente as suas funções devido a alterações no nível de desempenho exigido”.

Segundo a norma ISO 15686 [5] são apresentados no quadro seguinte os vários tipos de obsolescência que podemos encontrar nos edifícios.

Quadro 2.8 – Tipos de obsolescência e exemplos [5]

Tipos de obsolescência	Ocorrência típica	Exemplos
Funcional	A função em causa já não é requerida	Processo industrial obsoleto, instalações desnecessárias, divisória removida (em escritórios, por ex.)
Tecnológica	Alternativas atuais com melhor desempenho, mudança de padrões de uso	Mudança do isolamento térmico para um melhor desempenho, mudança para caixilharias mais estanques.

Económica	Item ainda totalmente funcional mas menos eficiente e económico que novas alternativas	Mudança do sistema de aquecimento.
-----------	--	------------------------------------

2.8. ABORDAGEM ADOTADA NESTE TRABALHO

De acordo com a figura 2.3 este trabalho insere-se no tema da inspeção de edifícios com o objetivo de avaliar o desempenho e durabilidade dos revestimentos exteriores de parede.

Dessa forma, será elaborada uma ficha de inspeção de modo a facilitar a inspeção dos edifícios de uma forma mais rigorosa e eficiente. Essa ficha de inspeção irá permitir uma recolha de dados de forma a avaliar o estado de deterioração dos revestimentos através de um coeficiente de deterioração calculado posteriormente à inspeção e recolha de dados, de modo a entender qual o estado de degradação dos mesmos.

Uma vez que *“para os mesmos componentes e condições de serviço, a vida útil pode ser estimada a partir dos dados sobre o desempenho em uso”* (Fig. 2.2) então, a partir do coeficiente de deterioração poderá ser possível estimar, ou ser indicado um método para a estimativa, da vida útil dos revestimentos exteriores de parede inspecionados.

3

EXIGÊNCIAS FUNCIONAIS DOS REVESTIMENTOS EXTERIORES

3.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Os revestimentos para paramentos exteriores de paredes devem proteger o tosco da parede das ações dos diversos agentes agressivos, resistindo eles próprios a esses agentes, e também devem contribuir para a estanquidade à água da parede, conferir à parede características aceitáveis de planeza, verticalidade e regularidade superficial e proporcionar à parede o efeito decorativo pretendido, mantendo-se limpos ou pelo menos de modo a que facilitem a sua própria limpeza.

Para isso deverão satisfazer as exigências funcionais relativas a revestimentos de paredes. As exigências funcionais dos revestimentos de parede são indissociáveis das exigências funcionais das paredes, pois as funções atribuíveis ao conjunto tosco da parede – revestimento podem ser exercidas com maior ou menor contributo de cada um desses componentes.

Há, no entanto, funções que competem em exclusivo, ou quase, a apenas um desses componentes. É o caso, por exemplo, das exigências de estabilidade, de resistência estrutural, de conforto higrométrico ou de conforto acústico, cuja satisfação em situações correntes competirá praticamente em exclusivo ao tosco das paredes. Por outro lado, a satisfação das exigências de segurança no contacto, no aspeto, na regularidade superficial, no conforto visual, no conforto tátil é, no caso geral, de exclusiva responsabilidade dos revestimentos de paredes.

É no entanto, o conjunto tosco da parede-revestimento, que deverá satisfazer as exigências de segurança contra riscos de incêndio, de estanquidade à água, de resistência aos choques, de resistência à água, de durabilidade, entre outras [19].

3.2. NORMA PORTUGUESA

Relativamente à regulamentação nacional, não existe nenhuma norma ou regulamentação que fixe os critérios exigenciais de qualidade mínimos que deverão ser garantidos aos revestimentos exteriores, contudo, a maioria das normas existentes em Portugal relacionadas com a construção, resultam das *Especificações LNEC*, que se baseiam em documentos de outros países.

Nos artigos 15º a 17º e 29º a 34º do RGEU [1] estão referidas algumas exigências gerais relativas às qualidades a que os revestimentos deverão estar submetidos (tal como a sua resistência temporal, a impermeabilização que deve conferir ao suporte, etc.) não sendo contudo, quantificadas. Noutras

legislações nacionais, como nos regulamentos de segurança contra incêndio, de acústica e de comportamento térmico, fazem-se referências a alguns dos parâmetros de qualidade dos materiais de maneira a que os mesmos possam ser verificados. “*Desta forma, esta matéria de grande importância para a seleção dos revestimentos, não é tratada no nosso país de forma sistemática [19] ‘.*

Tendo em consideração as normas ISO e algumas recomendações Belgas [22], as exigências funcionais dos revestimentos das paredes exteriores de edifícios são apresentadas de forma sumária no quadro seguinte [16; 19].

Quadro 3.1 – Exigências funcionais dos revestimentos de paredes exteriores de edifícios [16]

Exigências de Segurança	Exigências de estabilidade	Exigências de Compatibilidade com o Suporte	Exigências de compatibilidade geométrica
	Exigências contra riscos de incêndio		Exigências de compatibilidade mecânica
	Exigências de segurança no uso		Exigências de compatibilidade química
Exigência de Estanquidade	Exigências de estanquidade à água	Exigências de Pureza do Ar	
Exigências Termo Higrométricas	Exigências de isolamento térmico	Exigências de Conforto Acústico	
	Exigências de secura dos paramentos interiores		
Exigências de Conforto Visual	Exigências de planeza	Exigências de Conforto Tátil	Exigências contra a aspereza dos paramentos
	Exigências de verticalidade		Exigências contra a pegajosidade dos paramentos
	Exigências de retidão das arestas		Exigências de secura dos paramentos
	Exigências de regularidade e de perfeição de superfície		
	Exigências de homogeneidade de enodoamento pela poeira	Exigências de Higiene	Exigências contra a fixação de poeiras ou de micro organismos

	Exigências de homogeneidade de cor e de brilho		Exigências de resistência à limpeza
Exigências de Adaptação à Utilização Normal	Exigências de resistência a ações de choque e de atrito	Exigências de Durabilidade	Exigências de resistência aos agentes climáticos
	Exigências de resistência à ação da água		Exigências de resistência aos produtos químicos do ar
	Exigências de aderência ao suporte		Exigências de resistência à erosão pelas partículas sólidas em suspensão no ar
	Exigências de resistência à formação de nódoas de produtos químicos ou domésticos		Exigências de resistência à fixação e ao desenvolvimento de bolores
	Exigências de resistência ao enodoamento pela poeira	Exigências de Facilidade de Limpeza	
	Exigências de resistência à suspensão de cargas	Exigências de Aptidão para Armazenamento	
		Exigências de Economia	

3.3. EXIGÊNCIAS FUNCIONAIS DOS REVESTIMENTOS EXTERIORES

3.3.1. EXIGÊNCIAS DE SEGURANÇA

3.3.1.1. Exigências de estabilidade

Relativamente às exigências de estabilidade é relevante salientar que a resistência dos revestimentos exteriores é garantida maioritariamente pelo comportamento da alvenaria. Em condições normais, os revestimentos não devem degradar-se (descolar, fissurar, etc.). *“Em situações acidentais, admite-se a rotura ou deformação superficial do revestimento, mas sem que haja atravessamento ou sérios danos na alvenaria. Os choques acidentais consideram-se em geral a uma cota inferior a 1,5m, onde a probabilidade de ocorrência é maior”*. [19]

3.3.1.2. Exigências contra riscos de incêndios

A quantidade e toxicidade dos fumos emitidos pelos materiais em combustão devem ser limitadas de forma a não afetar gravemente os utentes do edifício, devendo os revestimentos cumprir de acordo com a legislação aplicável aos diversos tipos de edifícios de forma a impor restrições à reação ao fogo dos mesmos. Os regulamentos de segurança contra incêndio em vigor atualmente são aplicados a todos os tipos de edifícios e defendem os seguintes objetivos [16]:

- Assegurar a estabilidade dos edifícios por período de tempo determinado;
- Dificultar a propagação do fogo e do fumo no interior dos edifícios;
- Limitar a transmissão do fogo para os edifícios vizinhos;
- Possibilitar a evacuação dos edifícios em condições de segurança;
- Facilitar a intervenção dos serviços de socorro.

Os materiais a serem sujeitos a ensaios para a determinação da sua reação ao fogo, dividem-se em quatro grupos:

- Grupo A – Materiais flexíveis de espessura não superior a 5mm aplicados sem ligação superficial direta sobre um elemento de suporte. (Ex: cortinados, reposteiros, coberturas de lona, etc.)
- Grupo B – Materiais flexíveis de espessura superior a 5mm ou materiais rígidos aplicados sem ligação superficial direta sobre um elemento de suporte. (Ex: forros de tetos, tetos, falsos, apainelados confinando espaços de ar, etc.)
- Grupo C – Pinturas e revestimentos de paredes ou de tetos assentes em toda a sua extensão sobre o elemento de suporte
- Grupo D – Revestimentos de piso assentes, em toda a sua extensão, sobre o elemento de suporte.

Consoante os grupos a que os materiais pertençam, serão sujeitos a determinados tipos de ensaios a executar de acordo com a especificação do LNEC. Consoante o comportamento dos materiais durante esses ensaios, serão classificados da seguinte forma:

- M0 – Materiais não combustíveis (não ardem);
- M1 – Materiais não inflamáveis (ardem sem chama);
- M2 – Materiais dificilmente inflamáveis (ardem com chama);
- M3 – Materiais moderadamente inflamáveis;
- M4 – Materiais facilmente inflamáveis.

A resistência ao fogo dos elementos de construção, é enquadrada numa classificação que compreende três classes associadas à atribuição de resistência e dentro de cada classe, dez escalões de tempo. As classes de resistência ao fogo são [20]:

- EF (estável ao fogo) – aplicável a elementos a que se exigem somente funções de suporte (inclui também a exigência de estabilidade ao fogo). Considera-se que se dá o esgotamento da capacidade resistente de um elemento construtivo, quando as fichas ou extensões de encurtamento desse elemento sujeito a determinadas temperaturas, excedem valores limites descritos na especificação do LNEC;
- PC (para-chamas) – aplicável a elementos a que se exigem funções de compartimentação no que respeita apenas à estanquidade às chamas. Considera-se a perda de estanquidade dos elementos para-chamas, quando a perda de estanquidade ao fogo, à emissão de gases quentes e de gases combustíveis verificam de acordo com os procedimentos da especificação LNEC;

- CF (corta-fogo) – aplicável a elementos a que se exigem funções de compartimentação tanto no que respeita a estanquidade às chamas como ao isolamento térmico (inclui também a exigência de estabilidade ao fogo). A perda de isolamento térmico dá-se quando a temperatura do elemento na face oposta ao fogo, excede os valores descritos na especificação acima mencionada.

Tal como foi referido anteriormente existem dez escalões de tempo associados a cada classe de resistência ao fogo. Na tabela seguinte estão especificados esses escalões.

Quadro 3.2 – Escalões de tempo associados a cada classe de resistência ao fogo.

0 (inferior a 15 min)	90 (90 a 119 min)
15 (15 a 29 min)	120 (120 a 179 min)
30 (30 a 44 min)	180 (180 a 239 min)
45 (45 a 59 min)	240 (240 a 359 min)
60 (60 a 89 min)	360 (igual ou superior a 360 min)

No Regulamento de Segurança Contra Incêndio [21] são definidas as exigências mínimas a que as paredes exteriores dos edifícios devem obedecer. Nos quadros seguintes são apresentados alguns exemplos dessas exigências mínimas.

Quadro 3.3 – Exigências mínimas de segurança contra incêndio a que as paredes exteriores dos edifícios de habitação deverão obedecer. Adaptado [21]

Edifícios de Habitação				
	Unifamiliares	Multifamiliares		
		Altura até 9m	Altura entre 9 e 28m	Altura superior a 28m
Função suporte	EF 30	EF 30	EF 60	EF 90
Revestimento exterior	M3	M3	M2	M1
Caixilharias e estores	M3	M3	M3	M2
Empenas	CF 60	CF 60	CF 60	CF 90

Quadro 3.4 - Exigências mínimas de segurança contra incêndio a que as paredes exteriores dos edifícios de tipo hospitalar deverão obedecer Adaptado [21]

Edifícios de Tipo Hospitalar			
	Altura até 9m	Altura entre 9 e 28m	Altura superior a 28m
Função Suporte	EF 30	EF 60	EF 90
Revestimento Exterior	M3	M3	M1
Caixilharias e estores	M3	M3	M2
Empenas	CF 60	CF 90	CF 90

Quadro 3.5 - Exigências mínimas de segurança contra incêndio a que as paredes exteriores dos edifícios de tipo administrativo deverão obedecer Adaptado [21]

Edifícios de Tipo Administrativo			
	Altura até 9m	Altura entre 9 e 28m	Altura superior a 28m
Função Suporte	EF 30	EF 60	EF 90
Revestimento Exterior	M3	M3	M1
Caixilharias e estores	M3	M3	M2
Empenas	CF 60	CF 90	CF 90

Quadro 3.6 - Exigências mínimas de segurança contra incêndio a que as paredes exteriores dos edifícios escolares deverão obedecer Adaptado [21]

Edifícios Escolares			
	Altura até 9m	Altura entre 9 e 28m	Altura superior a 28m
Função Suporte	EF 30	EF 60	EF 90
Revestimento Exterior	M3	M3	M1
Caixilharias	M3	M3	M2
Empenas	CF 60	CF 90	CF 90

3.3.1.3. Exigências de segurança no uso

“No que respeita à segurança ao contacto entre os utentes de um edifício e as superfícies das paredes, estas não devem originar qualquer tipo de ferimentos nos utentes”. Assim, a existência de arestas vivas (cortantes), de rebarbas e de saliências perigosas, deve ser rejeitada. A rugosidade das superfícies não pode provocar lesões por atrito. E a temperatura nos paramentos acessíveis às pessoas deve ser inferior a 60°C para que não provoque queimaduras.

Relativamente à emissão de odores ou de substâncias nocivas ou insalubres, os materiais constituintes dos revestimentos e das paredes devem evitar que se formem odores transmissíveis ao interior dos edifícios. Qualquer material de construção pode emitir odor, partículas, compostos orgânicos, entre outros. Os compostos orgânicos individualizados podem-se combinar entre si, formando outros químicos enquanto os compostos orgânicos voláteis misturados com partículas, podem originar problemas de saúde aos utentes do edifício apenas por exposição ou por inalação. Perante a exposição a certas quantidades de humidade e de calor, alguns materiais favorecem o desenvolvimento de bolores e de bactérias que produzem compostos orgânicos voláteis microbianos. Estes organismos podem afetar os ocupantes de uma forma adversa, se inalados. Todos os materiais que libertem ou originem substâncias que sejam prejudiciais à saúde humana devem ser rejeitados. [19]

3.3.2. EXIGÊNCIAS DE COMPATIBILIDADE COM O SUPORTE

“Estas exigências traduzem as necessidades de compatibilização entre o suporte e o revestimento, de modo a que os dois subsistam sem prejudicarem mutuamente os seus desempenhos. Deverá ter-se em consideração três tipos de compatibilidades” [19]:

- Compatibilidade geométrica – Traduz a necessidade da regularidade do suporte, a fim de não prejudicar o desempenho do revestimento.
- Compatibilidade mecânica – As tensões que o suporte pode induzir no revestimento ou vice-versa podem ser tais, que provoquem a deterioração de um deles (Ex: argamassas “fortes” aplicadas sobre suportes com fraca resistência mecânica). Assim, o suporte e o revestimento deverão ser mecanicamente compatíveis.
- Compatibilidade química – A incompatibilidade química entre os elementos pode provocar nos revestimentos, expansões, empoamentos, deslocamentos, etc. A seleção dos materiais a usar deve ser tal, que evite este tipo de situações. A saponificação é um caso particular de que resulta a formação de álcoois. A compatibilidade química com o suporte de um revestimento de ligante sintético, seja ele exterior ou interior, está fundamentalmente relacionada com a sua resistência aos álcalis, uma vez que os suportes mais correntes são de natureza alcalina e podem apresentar-se humedecidos em várias situações (o processo de degradação das resinas sintéticas por ataque alcalino é hidrólise, visto que se produz com formação de álcool). Terá de haver a garantia de que para determinado suporte o revestimento em causa seja insaponificável, a não ser que se preveja a aplicação de um primário específico para a proteção do revestimento.

3.3.3. EXIGÊNCIAS DE ESTANQUIDADE

3.3.3.1. Estanquidade à água da chuva

O grau de estanquidade das paredes exteriores resulta da capacidade que o revestimento e a alvenaria têm contra a infiltração de água da chuva. O humedecimento exagerado e prolongado dos materiais pode provocar a deterioração tanto do revestimento como do suporte. Essa deterioração pode ocorrer devido a ações físicas, movimentos de contração ou de expansão, congelação da água, entre outras, ou devido a ações químicas, sais solúveis transportados pela água, entre outras. *“O descolamento do revestimento pode resultar também da acumulação de água na interface suporte – revestimento”*.

Nos casos de revestimentos de estanquidade e dos revestimentos de impermeabilização é importante que estes tenham boas características de impermeabilidade à água. Esta característica deve ser considerada para os revestimentos de acabamento, o que irá conferir um complemento de impermeabilidade às águas de escoamento. Para a avaliação desta propriedade, pode-se submeter um provete do revestimento à pressão de uma coluna de água, simulando-se assim os efeitos conjugados da água e da chuva.

3.3.3.2. Estanquidade ao vapor de água

Contrariamente à estanquidade à água, é importante que as camadas exteriores da parede exterior sejam o mais permeáveis possível ao vapor de água proveniente do interior do edifício. *“Esta característica é fundamental para que a água da chuva absorvida pelas paredes possa ser mais tarde restituída ao exterior, quando as condições atmosféricas o permitirem”*. Deste modo, um

revestimento exterior exemplar é aquele que consegue a melhor relação entre a impermeabilização à água e a permeabilidade ao vapor de água.

3.3.3.3. Estanquidade à água no interior

“Todos os compartimentos que possam estar sujeitos à escorrência de água nas paredes, deverão ser estanques”.

3.3.4. EXIGÊNCIAS DE CONFORTO VISUAL

3.3.4.1. Nota prévia

É cada vez mais importante a questão do conforto visual de um revestimento exterior, pois, numa altura em que a evolução tecnológica tem tido um ritmo de desenvolvimento inimaginável, hoje em dia “é a imagem que vende”. Assim, um revestimento deve respeitar as exigências referidas nos níveis seguintes [16; 19].

3.3.4.2. Planeza geral e localizada

Um método expedito para avaliar a planeza consiste em percorrer a fachada com uma régua de 2,0m de comprimento para a planeza geral, e de 0,20m para a planeza localizada. Os valores das flechas para as planezas geral e localizadas, não poderão ser superiores a 10mm e 2mm, respetivamente. Se o revestimento for executado aplicando pontos e mestras, a flecha para a planeza geral não deverá ser superior a 5mm.

3.3.4.3. Exigências de verticalidade

Para a altura de um piso com pé direito de três metros, geralmente admitem-se desvios de aprumo (medidos com o fio de prumo ao longo da fachada) de 1,5cm. Para revestimentos realizados com tentos e mestras, admite-se um desvio não superior a 1,0cm.

3.3.4.4. Exigências de retidão das arestas

A medição do desvio de posicionamento relativamente ao alinhamento médio da aresta deve ser igual ou inferior a 5mm.

3.3.4.5. Defeitos da superfície e largura de fissuras

Em zonas correntes as fissuras são toleradas desde que as larguras sejam inferiores a 0,2mm. Para os restantes defeitos (bossas, covas, etc.) não existem parâmetros definidores para a sua aceitação.

3.3.4.6. Exigências de homogeneidade de cor e brilho

Existem ensaios laboratoriais que permitem controlar as diferenças de cor e brilho em vários pontos das paredes. Em função dos resultados, impõem-se limites que resultam da perceção do olho humano. Os revestimentos exteriores devem ser o menos sensíveis possível às alterações de aspeto quando

sujeitos à água da chuva, de forma a evitar diferenças de cor existentes entre as fachadas abrigadas e as fachadas expostas à intempérie.

3.3.5. EXIGÊNCIAS DE CONFORTO TÁCTIL

Este assunto já foi tratado em parte em 3.3.1.3. As superfícies não devem apresentar rugosidades que provoquem ferimentos ou sensação de desconforto aos utilizadores. As superfícies também não se devem encontrar húmidas ou pegajosas.

3.3.6. EXIGÊNCIAS DE HIGIENE

“Os revestimentos devem ser pensados de forma a não favorecer a fixação de sujidades, poeiras, ou micro-organismos”. A probabilidade de limpeza de um revestimento é moderadamente elevada, pelo que deve ser tido em consideração que os revestimentos não devem ser demasiado rugosos e que as fachadas mais expostas às poeiras e às sujidades exteriores, devem ser auto laváveis (a chuva deve ter a oportunidade de as lavar). Devem ser evitados os acabamentos ásperos em superfícies regularmente húmidas, uma vez que favorecem a fixação de bolores e de outros micro-organismos vegetais. As superfícies pegajosas facilitam também a fixação da sujidade.

“Os revestimentos devem ser laváveis sem que os produtos específicos de limpeza degradem ou manchem as superfícies, ou sejam tóxicos. Devem ser, ainda, resistentes às lavagens frequentes”.

3.3.7. EXIGÊNCIAS DE ADAPTAÇÃO À UTILIZAÇÃO NORMAL

3.3.7.1. Nota prévia

Através deste tipo de exigências pretende-se garantir um bom comportamento e uma boa durabilidade dos revestimentos ao longo da sua vida útil. Estas exigências são variáveis conforme o tipo de edifícios, a acessibilidade aos paramentos, o tipo de utilização, entre outros.

3.3.7.2. Exigências de resistência a ações de choque, de atrito e de riscagem

Para as ações de choque e de atrito resultantes do uso normal dos edifícios, os revestimentos devem resistir sem degradações que comprometam as suas principais funções. Mesmo nas zonas de circulação mais intensa este aspeto deve ser salvaguardado, provendo lambris, arestas e rodapés de materiais mais resistentes.

“De forma a avaliar a resistência dos materiais de revestimento às ações de choque, existem vários tipos de ensaios, sendo de salientar os de impacto de corpos moles e de corpos duros”. Para os revestimentos dos paramentos exteriores das paredes poder-se-á seguir as indicações fornecidas no quadro 3.7 [16].

Quadro 3.7 – Energias mínimas de choque a que os revestimentos dos paramentos das fachadas devem resistir sem se deteriorarem [16]

Tipo de Choque		Revestimentos exteriores das fachadas		Revestimentos interiores das fachadas	
		Paramentos acessíveis	Paramentos não-acessíveis	Paramentos acessíveis	Paramentos não-acessíveis
Energia Mínima de Choque (J)	Choque de grande corpo mole (50kg)	400	–	400	–
	Choque de pequeno corpo mole (3kg)	60	–	30	30
	Choque de grande corpo duro (1kg)	10	10	–	–
	Choque de pequeno corpo duro (0,25kg)	–	3	2	2

Para avaliar a resistência à riscagem, a passagem de um lápis de dureza 4H não deve deixar vincos no revestimento [16].

3.3.7.3. Exigências de resistência à ação da água

Os paramentos exteriores devem ser caracterizados pela capacidade que têm de resistir à água da chuva, à água proveniente de projeções acidentais e à água de limpeza. As características mecânicas dos revestimentos não devem ser significativamente alteradas quando estes se encontram húmidos/molhados.

De forma a avaliar a resistência dos revestimentos exteriores às ações da água, deve-se proceder aos ensaios seguintes [16]:

- Ensaio de erosão pela água, que consiste em submeter o revestimento à ação de queda de gotas de água, em condições normalizadas, e verificar se houve perda de espessura ou alteração significativa do aspeto;
- Ensaio de escoamento de água, que consiste em submeter o revestimento à ação de um fio de água normalizado e verificar se houve perda de espessura ou alteração significativa do aspeto;
- Ensaio de alteração das características mecânicas no estado húmido, que consiste em avaliar as variações das resistências à tração por flexão e à compressão entre o revestimento seco e saturado de água.

Aconselham-se para a resistência dos revestimentos, as seguintes recomendações:

- Os revestimentos não devem apresentar perda de espessura nem alteração significativa do aspeto nos ensaios de erosão pela água e de escoamento de água;
- As resistências à tração por flexão e à compressão do revestimento saturado de água não devem ser significativamente inferiores a idênticas características do revestimento enquanto seco.

3.3.7.4. Exigências de aderência ao suporte

“A aderência ao suporte é um dos fatores essenciais à longevidade dos revestimentos. Os revestimentos devem possuir uma boa aderência ao suporte e boa coesão interna”. É admissível uma sensível redução da aderência ao suporte pelo revestimento, quando o material de revestimento se encontrar humedecido, não podendo contudo essa diminuição ser demasiado elevada para paramentos que se encontrem frequentemente húmidos (paramentos exteriores de fachadas, de cozinhas, de casas de banho, etc.).

Para avaliar a capacidade de aderência dos revestimentos, pode-se proceder aos seguintes ensaios [16; 19]:

- Para revestimentos rígidos: ensaio de arrancamento por tração, usando um dinamómetro;
- Para revestimentos flexíveis: ensaios de peladura, a seco e após imersão em água, de tiras de revestimento com 60mm de largura e com comprimento não inferior a 150mm;
- Para tintas e vernizes: ensaio de peladura brusca de uma tira de fita adesiva anteriormente colada sobre a tinta ou o verniz.

Os resultados destes ensaios deverão ser:

- Para revestimentos rígidos: considera-se como limite inferior para a tensão de arrancamento por tração, o valor de 0,05 MPa. Os limites superiores a considerar, dependerão do tipo de revestimento;
- Para revestimentos flexíveis: o valor mínimo admissível para a força de peladura por mm de largura de fita, será de 0,5 N;
- Para tintas ou vernizes: não deverá existir descolamento.

3.3.7.5. Exigências de resistência à formação de nódoas de produtos químicos ou domésticos

Os revestimentos das paredes devem possuir a capacidade de resistência necessária à formação de nódoas definitivas, em função do tipo de utilização dos edifícios. Os produtos de limpeza mais correntes e específicos para determinado tipo de sujidades, devem ter a capacidade de remover as nódoas sem alterar ou degradar a superfície do revestimento.

3.3.7.6. Exigências de resistência ao enodoamento por poeira

Os revestimentos não devem permitir a acumulação e fixação de poeiras em grandes quantidades por razões de ordem estética, de higiene e de conforto tátil. Caso ocorra essa situação, o processo deverá ser regressivo, ou seja, o revestimento deverá oferecer a capacidade para a remoção desse tipo de sujidades. Assim, interessa determinar os graus de sujidade e de lavabilidade da superfície dos revestimentos.

Lucas [16] considera segundo a normalização Belga, nove classes de resistência ao enodoamento. Consoante as funções, a localização e o tipo de revestimentos, dever-se-á exigir que o material a aplicar se enquadre numa dessas classes.

3.3.7.7. Exigências de resistência à suspensão de cargas

“A aplicação nas paredes de dispositivos correntes para suspensão de cargas não deve ser motivo para provocar nessas zonas, a deterioração dos revestimentos. A posterior retirada desses

dispositivos deve permitir uma fácil reparação das aberturas, sem que se note qualquer diferença em relação ao restante acabamento”. [19]

Os ensaios a realizar deverão fornecer os seguintes valores:

- A força necessária para realizar o arrancamento dos dispositivos de suspensão de cargas deverá ser igual ou superior a 100 N (perpendicularmente à parede);
- O valor mínimo da carga excêntrica aplicada a uma distância de 5mm do paramento que não provoque a deterioração do revestimento será de 400 N;
- O revestimento deve permitir a sua fácil reparação, com obtenção de aspeto uniforme, após a extração do dispositivo de suspensão das cargas.

3.3.8. EXIGÊNCIAS DE DURABILIDADE

3.3.8.1. Nota prévia

“Um revestimento mantém-se durável enquanto as suas qualidades se mantiverem sem perdas significativas. Considera-se que do período de vida de um revestimento, fazem parte as intervenções de limpeza, de conservação e de pequenas reparações”. [19]

Existem alguns fatores que fazem com que os materiais de revestimento estejam sujeitos a uma perda de qualidade. Os principais fatores são os choques, a água, os agentes atmosféricos, os agentes químicos do ar e os agentes biológicos.

3.3.8.2. Exigências de resistência aos agentes climáticos

“Os revestimentos exteriores das paredes não se devem degradar significativamente durante o tempo de vida que lhes são atribuídos, quando sujeitos às ações do calor, do frio, da água da chuva, da iluminação solar e dos choques térmicos”. [19]

Tendo em consideração a dificuldade em definir ensaios que possam simular a combinação destas ações devido à sua complexidade, existe também uma normalização Belga [22; 19], que embora antiga, define ensaios em que é simulada de uma forma isolada cada ação, ou também combinações de duas ações. Deste modo são previstos os seguintes ensaios:

- Ciclos gelo-degelo para determinar a resistência mecânica dos revestimentos a este tipo de ações. O número de ciclos deverá ser superior ou igual a dez sem que se verifique fissurações ou desagregações do material;
- Ciclos de aquecimento para determinar a capacidade resistente dos revestimentos às variações de temperatura. O período de exposição aos ciclos de aquecimento não deverá ser inferior a dez dias;
- Ensaios de choque térmico que servem para determinar a resistência dos revestimentos às variações bruscas das temperaturas superficiais (simulam a ação da chuva após um período de insolação prolongado). O número de ciclos aos choques térmicos não deverá ser inferior a dez;
- Ensaios de exposição às radiações ultravioletas. Estes ensaios que devem submeter os materiais a um período de exposição superior a mil horas, permitem determinar até que ponto o material resiste ao envelhecimento e à eventual desagregação. Servem também para determinar a estabilidade das cores à luz do sol;

- Ensaio de permeabilidade à água que serve para determinar até que ponto a estanquidade do material quando novo se mantém após ter sido submetido aos ensaios anteriores. O material deverá manter as suas qualidades iniciais.

3.3.8.3. Exigências de resistência aos produtos químicos do ar

Os revestimentos exteriores têm de resistir aos produtos químicos presentes no ar quer estes façam naturalmente parte da própria atmosfera (ozono, oxigénio, dióxido de carbono, etc.) quer resultem da ação do ser humano (dióxido de enxofre, sais dissolvidos na água, etc.).

O tipo de químicos presentes na atmosfera e a respetiva densidade são variáveis de local para local. Em zonas urbanas, rurais, ou marítimas, as agressividades a que os revestimentos estarão sujeitos serão diferentes.

A normalização Belga [22] anteriormente referida, também prevê ensaios para cada tipo de agente químico, em que se faz variar ciclicamente a temperatura e a humidade relativa do ambiente. O número de ensaios a efetuar depende dos agentes agressivos cuja presença no ar seja provável nas zonas em que o revestimento venha a ser aplicado.

Se se constatar que após os ensaios não existem degradações, tais como a formação de manchas, alteração generalizada de cor, pulverulência, entre outros, indica que o material possui resistência suficiente.

3.3.8.4. Exigências de resistência à erosão pelas partículas sólidas em suspensão no ar

“As partículas existentes no ar podem provocar, por erosão, a deterioração dos revestimentos dos paramentos exteriores ou interiores das fachadas. O pó pode ser constituído por partículas de carvão, de pó de pedra, de areias, de cimento, pólen, sementes, entre outras, sendo que as partículas visíveis a partir dos 20µ e 30µ”.

Um dos ensaios possíveis para determinar a resistência à erosão dos revestimentos consiste em projetar areia sobre uma superfície medindo-se de seguida, a diferença de espessura do revestimento. Dessa forma determina-se um coeficiente de abrasão que será específico de cada material. Em função do local da construção, dever-se-á exigir coeficientes de abrasão mínimos. [22; 19]

3.3.8.5. Exigências de resistência à fixação e ao desenvolvimento de bolores

É importante referir que as superfícies rugosas e as superfícies humedecidas por longos períodos (superfícies abrigadas do vento, superfícies não expostas aos raios solares), favorecem o desenvolvimento dos fungos.

“Os produtos fungicidas embora combatam melhor ou pior o desenvolvimento dos fungos, não eliminam as origens da sua formação, assim, a duração temporal destes produtos é também limitada”. [19]

3.3.9. EXIGÊNCIAS DE FACILIDADE DE LIMPEZA

A limpeza dos revestimentos de forma a manter o seu aspeto inicial não é menos importante do que os atributos anteriores. Deste modo, os revestimentos devem ser facilmente laváveis usando produtos de

limpeza comuns e devem existir acessos que permitam a sua lavagem sem que se tenha de usar meios menos convencionais.

A frequência das lavagens, a mão-de-obra necessária e os produtos a usar farão parte das especificações do revestimento, em função do ambiente em que o edifício se insere.

Pode-se proceder a um ensaio de lavagem numa área reduzida e constatar se usando os produtos recomendados, a limpeza é eficiente e sem que origine a degradação do próprio revestimento.

3.3.10. EXIGÊNCIAS DE ECONOMIA

“A seleção de um determinado tipo de revestimento em detrimento de outro, vem não só em função das características tecnológicas dos mesmos, mas também em função do aspeto económico”.

O investimento inicial no revestimento, as despesas de manutenção ao longo do tempo e a sua durabilidade, indicará a viabilidade financeira da escolha.

3.4. CLASSIFICAÇÃO DOS REVESTIMENTOS DAS PAREDES EXTERIORES DE EDIFÍCIOS

3.4.1. INTRODUÇÃO

“Os revestimentos podem ser classificados segundo as funções que estão aptos a desempenhar no quadro das exigências funcionais relativas ao conjunto tosco da parede – revestimento”.

Cada tipo de revestimento é incluído na classe correspondente à principal função que vai desempenhar, contudo, regra geral, tem capacidade para desempenhar outras funções secundárias. Um bom exemplo é o isolamento térmico, pois embora a sua principal função seja a de melhorar as características térmicas da fachada e oferecer proteção contra o choque térmico, também consegue contribuir para a melhoria da estanquidade das paredes.

3.4.2. REVESTIMENTOS DE ESTANQUIDADE

Estes revestimentos têm como principal responsabilidade a estanquidade à água que na generalidade é assumida pelo conjunto suporte-revestimento. Caracterizam-se por assegurarem, apenas por eles próprios, a estanquidade dos paramentos exteriores. No caso de existir fendilhação limitada do suporte, estes revestimentos devem manter a estanquidade da parede. [23]

Os revestimentos mais usuais desta categoria são os revestimentos por elementos descontínuos, os revestimentos de ligantes hidráulicos armados e independentes e os revestimentos com base em ligantes sintéticos armados, analisados no próximo capítulo.

3.4.3. REVESTIMENTO DE IMPERMEABILIZAÇÃO

Os revestimentos de impermeabilização oferecem o acréscimo de estanquidade à água necessário, para que o conjunto revestimento e suporte, seja estanque. O revestimento irá limitar a quantidade de água que atinge o suporte. A deterioração do suporte, tal como a fendilhação, pode provocar a penetração de água para o interior do edifício.

Estes revestimentos são constituídos pelos ligantes minerais tradicionais (rebocos tradicionais) e não tradicionais, pelos revestimentos de ligantes sintéticos e pelos revestimentos de ligantes mistos [23].

3.4.4. REVESTIMENTOS DE ISOLAMENTO TÉRMICO

“A principal tarefa dos revestimentos de isolamento térmico consiste em melhorar o desempenho térmico da fachada, sendo de realçar o desempenho conseguido pelos isolamentos aplicados pelo exterior”.

Normalmente a estanquidade das paredes é melhorada e os efeitos de pequenas patologias do suporte podem ser eliminados consoante a origem dos materiais utilizados.

3.4.5. REVESTIMENTOS DE ACABAMENTOS OU DECORATIVOS

“A principal função destes revestimentos é o de tornar agradável o aspeto das fachadas. Só deverão ser aplicados em suportes em que a impermeabilização e a regularização já se encontrem asseguradas pelo sistema existente”.

Este tipo de revestimento ao introduzir uma proteção complementar, também tem a capacidade de melhorar a impermeabilização das paredes, recobrando fissuras existentes, e melhorar também o comportamento mecânico e químico dos revestimentos subjacentes.

Fazem parte destes revestimentos os revestimentos de ligantes minerais, de ligantes sintéticos, delgados de ligantes mistos, revestimentos por elementos descontínuos (mosaicos) e os revestimentos por pintura [23].

No quadro seguinte está apresentada a classificação destes revestimentos de paredes exteriores.

Quadro 3.8 – Classificação de revestimentos exteriores de paredes [23]

Classificação Funcional	Tipos Principais de Revestimentos		Tipos Discriminados de Revestimentos	
Revestimentos de Estanquidade	Revestimentos por elementos descontínuos (de fixação mecânica direta ou indireta)	Em “escama”	Soletos de ardósia	
			Soletos de fibrocimento	
		Em placas de pedra natural	Soletos de compósitos de cimento com fibras (sem amianto)	
			Ladrilhos de betão	
			Ladrilhos de barro vermelho	
		Em placas de outros materiais	Placas de granito	
			Placas de basalto	
		Em placas de outros materiais	Placas de calcário	
			Placas de mármore	
		Em placas de outros materiais	Placas de ardósia	
			Placas de pedra artificial	
			Placas de fibrocimento	Autoclavado Normal
			Placas de compósitos de cimento com fibras (sem amianto)	

			Placas de plástico	Termo endurecido
				Termoplástico
			Placa de chapa de aço zinco	
		Em réguas	Réguas de madeira	
			Réguas de plástico	Termo endurecido
				Termoplástico
			Réguas metálicas	Aço
Alumínio				
Revestimentos de ligantes hidráulicos armados e independentes		-		
Revestimentos com base em ligantes sintéticos armados		-		
Revestimentos de Impermeabilização	Revestimentos de ligantes minerais	Tradicionais	Argamassas de cimento Argamassas de cal apagada Argamassas de cal hidráulica Argamassas bastardas	
		Não tradicionais	Revestimento monocamada	
	Revestimentos de ligantes sintéticos		-	
	Revestimentos de ligantes mistos		-	
Revestimentos de Isolamento Térmico	Revestimentos por elementos descontínuos independentes com isolante na caixa-de-ar		-	
	Revestimentos com ligantes minerais armados e independentes com isolante na caixa-de-ar		-	
	Revestimentos delgados sobre isolante		-	
	Revestimentos espessos sobre isolante		-	
	Revestimentos de argamassas de ligantes minerais com inertes de material isolante		-	
	Revestimentos por componentes isolantes		-	
	Revestimentos obtidos por projeção “in situ” de isolante		-	

Revestimentos de acabamento ou decorativos	Camadas de acabamento dos revestimentos de impermeabilização de ligantes minerais	Tradicionais	-	
		Não tradicionais	-	
	Revestimentos de ligantes sintéticos	Da classe granulo I	-	
		Da classe granulo II	-	
		Da classe granulo III	-	
		Da classe granulo IV	-	
	Revestimentos delgados de ligantes mistos		-	
	Revestimentos por elementos descontínuos	Colados	Ladrilhos cerâmicos	Barro vermelho
				Azulejos
				Grés
				Semi-grés
			Ladrilhos hidráulicos	De pasta
				De granulado
			Ladrilhos de pedra natural	Granito
				Basalto
				Calcário
				Mármore
				Ardósia
			Ladrilhos de pedra artificial	
			Mosaicos de vidro opaco	
		Fixados mecânica-mente (fixação direta)	Ladrilhos hidráulicos	De pasta
				De granulado
			Ladrilho de pedra natural	Granito
				Basalto
				Calcário
				Mármore
				Ardósia
			Ladrilhos de pedra artificial	

			Ladrilhos de fibrocimento
	Revestimentos por pintura	Não texturados	-
		Texturados	-

4

REVESTIMENTOS CORRENTEMENTE UTILIZADOS

4.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Como foi referido nos capítulos anteriores, os revestimentos de paredes exteriores cumprem diversas funções, sendo uma das principais funções, oferecer uma proteção adicional aos paramentos exteriores dos edifícios de modo a evitar determinadas patologias, nomeadamente as ligadas ao efeito nocivo das águas de infiltração. O suporte do revestimento pode ser bastante variável e poderá ser constituído por alvenarias de pedras naturais e artificiais, betão, madeira, metais, entre outros.

Ao longo deste capítulo são apresentados os tipos de revestimentos mais correntemente utilizados na atualidade assim como a descrição das suas principais características, funcionalidades, materiais, aplicação e manutenção de forma a ajudar a interpretação das eventuais anomalias.

4.2. REVESTIMENTOS TRADICIONAIS DE LIGANTES HIDRÁULICOS (REBOCO)

4.2.1. INTRODUÇÃO

“Os rebocos tradicionais são revestimentos à base de um ou mais ligantes minerais, areia e água, eventualmente acrescidos por adjuvantes de vários tipos. São fabricados em obra, usando-se vulgarmente as areias existentes na região da empreitada. Estes rebocos são classificados como de impermeabilização (quadro 3.8) devido ao tipo de proteção que oferecem ao suporte.” [19]

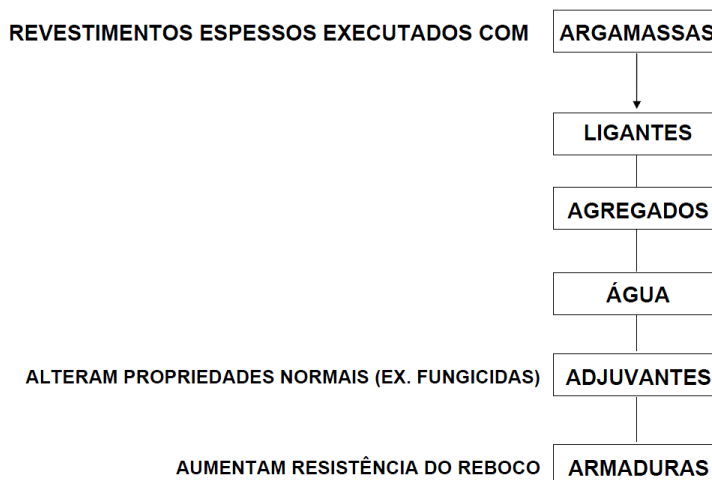


Figura 4.1 – Esquema representativo dos componentes constituintes do reboco tradicional [33]

4.2.2. MATERIAIS

Ligantes: Os ligantes usualmente utilizados são o cimento Portland normal e a cal hidráulica, cuja qualidade depende essencialmente da qualidade da sua constituição e do tipo de cozedura. A cal aérea é obtida por calcinação de rochas calcárias posteriormente extintas com água. Na secagem surgem fendas de retração devido ao material não possuir suficiente ductilidade para acompanhar a variação de volume, a utilização da areia reduz essa retração da argamassa. [19]

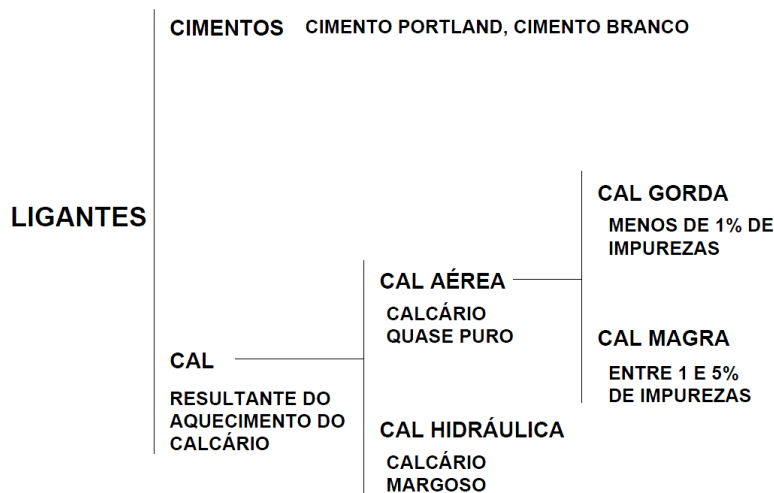


Figura 4.2 – Tipo de ligantes normalmente utilizados [33]

Areias: As areias normalmente usadas são areias cujo diâmetro não deve ultrapassar os 2mm. Contudo, para determinados acabamentos mais rugosos, são necessárias pequenas proporções de partículas de dimensões superiores a 5mm. As areias devem possuir granulometria adequada à utilização prevista, devem ser inalteráveis ao ar, à água e a outros agentes externos, devem possuir compatibilidade química com os restantes constituintes da argamassa, devem possuir as resistências mecânica e à erosão necessárias e não devem possuir substâncias nocivas. Embora a areia deva cumprir com tudo o que foi referido, é o componente menos controlado, uma vez que os ligantes são controlados em fábrica e a água é geralmente proveniente da rede pública. Nas obras de edifícios executadas em Portugal, é raro fazer-se um controlo de qualidade das areias usadas na execução dos rebocos. Esta falta de controlo de qualidade origina muitas vezes anomalias nos rebocos, tal como eflorescências, destacamentos, fissuração, etc. [19]

Quadro 4.1 – Composição granulométrica da areia normal [33]

Abertura da Malha do Peneiro (mm)	Material Retido (%)
2.00	0
1.60	7±5
1.00	33±5
0.50	67±5
0.16	87±5
0.08	99±1

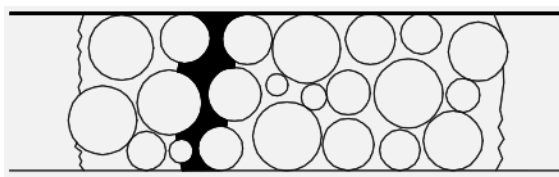


Figura 4.3 – Granulometria quase uniforme originando grandes fissuras [33]

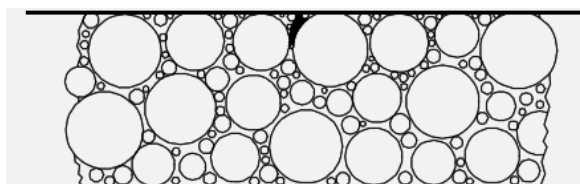


Figura 4.4 – Granulometria diversa originando fissuras mais pequenas [33]

Água: Como já foi referido a água normalmente utilizada é água proveniente da rede pública que não deve conter qualquer tipo de impurezas. A água do abastecimento público é adequada para a constituição da argamassa.

Adjuvantes: Os adjuvantes mais utilizados são os plastificadores, os retentores de água, os redutores de água, os retardadores de presa, os hidrófugos, as resinas sintéticas, os aceleradores de endurecimento, os fungicidas e os pigmentos. *“Todos os adjuvantes deverão possuir suporte técnico documental e se possível documentos de homologação que garantam as suas características e modo de emprego.”* Atualmente no mercado existe uma grande variedade de adjuvantes embora na prática não sejam muito utilizados devido ao desconhecimento, por parte dos utilizadores, das suas vantagens em determinadas situações. [19]

Armaduras de reforço: Empregando-se redes de várias origens é possível melhorar o desempenho das argamassas. As redes devem encontrar-se devidamente homologadas e dividem-se em duas categorias, redes metálicas e redes em fibra de vidro. As dimensões das malhas das redes metálicas situam-se entre os 15mm e os 30mm, enquanto os diâmetros dos varões devem variar entre 0,6 e 1,5mm. As redes metálicas devem possuir tratamento contra a corrosão, enquanto as em fibra de vidro devem possuir um tratamento antialcalino que as defenda do ataque químico da argamassa.

Armaduras de suporte: Para constituir o próprio suporte do reboco, usam-se painéis de rede em metal distendido com malhas de dimensão 20mm por 20mm protegidos contra a corrosão. Estas redes deverão estar devidamente homologadas.

4.2.3. CARACTERÍSTICAS DAS CAMADAS DE REVESTIMENTO

O reboco é constituído por duas ou três camadas, chapisco (se necessário), camada de base (uma ou, eventualmente, duas camadas) e camada de acabamento. O número de camadas depende do tipo de suporte, das condições mais ou menos severas de exposição às intempéries, do tipo de acabamento pretendido e do grau de proteção requerido pelas paredes. O chapisco deverá ser aplicado quando o suporte não proporcionar por si só boa aderência ao revestimento ou quando for necessário diminuir ou tornar uniforme a sucção do suporte. O revestimento deve ser compatível com o suporte dos pontos de vista geométrico, mecânico e químico. Na figura seguinte pode-se observar um esquema das camadas constituintes do reboco [27].

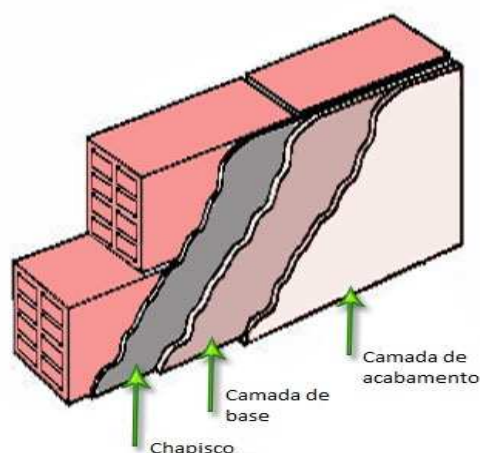


Figura 4.5 – Esquema das camadas constituintes do reboco

A existência de três camadas distintas justifica-se pelo facto de ser impossível obter as características pretendidas se aplicada apenas uma única camada. Assim, para se obter trabalhabilidade, boa aderência ao suporte e boa compacidade ser-se-ia levado a optar por uma argamassa fortemente doseada em ligante, o que conduziria a elevada tendência para a fissuração de retração. Se, por outro lado, se baixa o teor de ligante para reduzir a tendência de fissuração, há o risco de se obter um revestimento demasiado poroso (maior permeabilidade), pouco aderente ao suporte e dificilmente trabalhável. Perante estes problemas, recorre-se à execução de revestimentos constituídos por mais de uma camada, tendo cada uma delas funções e composição distintas.

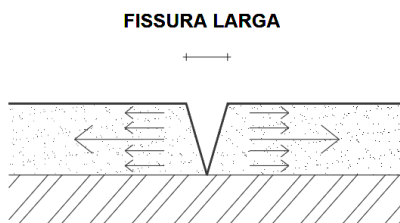


Figura 4.6 – Revestimento com camada única [26]

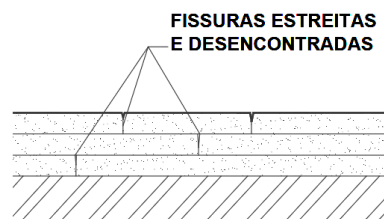


Figura 4.7 – Revestimento com três camadas [26]

Relativamente ao problema de fissuração por retração, deve-se ter em atenção que a camada adjacente seja sempre mais “fraca” do que a subjacente para que não a deteriore e para que seja cada vez menor a tendência para a fissuração (regra da degressividade do teor em ligante) [16].

Chapisco – esta camada destina-se a assegurar a aderência do revestimento ao suporte e deve ser feita com um traço 1:2 e bastante fluido. O chapisco deve ser rugoso e não deve ter espessura uniforme, para tal deve ser lançado energeticamente sobre o suporte e apresentar uma espessura variável entre 3mm e 5mm.

Camada base – tem como função garantir a verticalidade e regularidade dos paramentos, é a camada também responsável pela impermeabilização das paredes e só pode ser aplicada no mínimo 48h após a aplicação do chapisco. De forma a cumprir com as suas funções, a compacidade, homogeneidade e fissuração devem ser controladas com traços executados em argamassas bastardas (cimento, cal apagada e areia) de 1:0,5:4 a 4,5 e 1:1:5 a 6). Em relação à espessura, esta deve variar entre os 10mm e os 15mm e quando aplicadas duas camadas, estas nunca devem ultrapassar os 20mm de espessura.

Camada de acabamento – a sua principal função é decorativa, é a primeira barreira à penetração da água e resistência ao choque da parede e deverá respeitar um tempo de espera em relação à camada anterior de 4 a 7 dias dependendo das condições meteorológicas. Esta camada não deve fissurar, por isso as quantidades de ligante devem ser reduzidas à base de cal apagada e respeitando os traços 1:1:5 a 6 e 1:2:8 a 9. A sua espessura deve variar entre os 5mm e os 10mm.

A última camada pode ser constituída por argamassas tradicionais, produtos não tradicionais pré-doseados e pigmentados em fábrica ou ainda produtos de ligantes sintéticos. Uma camada de acabamento com um acabamento liso apresenta alguns inconvenientes, uma vez que há a dificuldade de obtenção de um acabamento final homogêneo com formação de manchas devido à poluição e ao escoamento de água das chuvas. O acabamento determina o aspeto final do revestimento (cor e textura) mas o tipo de acabamento não é uma escolha puramente estética, é uma escolha que deverá ter em consideração a natureza do suporte, a composição das camadas subjacentes, as condições de exposição às intempéries e à poluição atmosférica e, por último, quais as exigências que se esperam para proteção e impermeabilização da parede [27].

Os acabamentos muito lisos são suscetíveis ao desenvolvimento da fissuração superficial, sendo difícil de apresentar um aspeto final uniforme. Com os acabamentos rugosos supera-se melhor esta situação. Outras das vantagens dos acabamentos muito rugosos é o de garantirem uma maior uniformidade da distribuição da sujidade (poluição atmosférica), apesar de favorecerem a sua fixação. Os acabamentos lisos ou pouco rugosos ao não impedirem a formação de escoamentos bem delineados podem favorecer a formação de linhas de escoamento de água [26].

Existem diversos tipos de texturas para o acabamento final, desde os mais tradicionais (mais rugosos) até aos mais atuais (mais lisos). Regra geral, o acabamento é pintado com a tinta e cor pretendida após decorrido o correto tempo de espera. Não é recomendado a utilização de cores escuras, uma vez que estas tendem a fendilhar devido a um maior fator de absorção solar. Alguns tipos de acabamento podem ser projetado e polido ou abatido, tirolês, escocês, seixo à vista, lavado, marmorite lavada, massa de areia, raspado e riscado ou estriado. Nas figuras seguintes estão exemplificados alguns dos acabamentos possíveis.



Figura 4.8 – Exemplo de um acabamento de massa de areia



Figura 4.9 – Exemplo de um acabamento com estrias verticais



Figura 4.10 – Exemplo de um acabamento rústico

4.2.4. CARACTERÍSTICAS DE ADERÊNCIA

A aderência do revestimento ao suporte ou entre camadas ocorre devido à penetração da água carregada de ligante ou da própria argamassa nos poros e rugosidades do suporte ou camada subjacente. A natureza e o estado de conservação e limpeza do suporte têm influência na aderência mas não são os únicos intervenientes no processo de aderência, as características do próprio revestimento e as condições atmosféricas durante a aplicação também influenciam a mesma.

Quando o suporte tem uma rugosidade considerável e em boas condições de limpeza para aplicação do revestimento, a aderência é naturalmente melhor do que em suportes lisos ou com sujidade. Quanto maior for a dosagem de ligante maior será a aderência. Na figura seguinte está representado um esquema do mecanismo de aderência por penetração de argamassa dos revestimentos de ligantes hidráulicos nos poros e rugosidades do suporte.

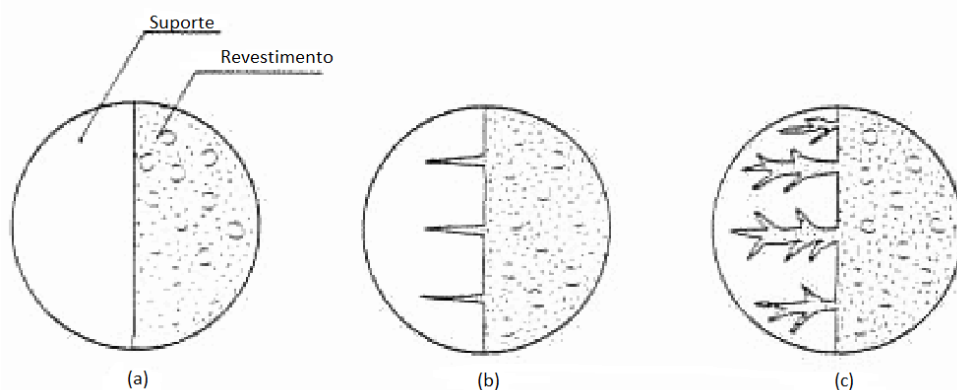


Figura 4.11 – Esquema do mecanismo de aderência por penetração de argamassa dos revestimentos de ligantes hidráulicos nos poros e rugosidades do suporte

- a) Suporte demasiado liso e compacto o que implica más condições de aderência;
- b) Suporte rugoso e não demasiadamente absorvente, ideal para boas condições de aderência;
- c) Suporte demasiado absorvente o que implica risco de dessecção prematura.

4.2.5. PREPARAÇÃO DAS SUPERFÍCIES QUE APRESENTEM DEFEITOS DE PLANIMETRIA LOCALIZADOS

Em superfícies que apresentem defeitos de planimetria importantes, torna-se necessário desempená-las por intermédio de camadas de revestimento de características iguais ao reboco final.

- De 0cm a 3cm de espessura: reparação (enchimento) com argamassas simples;
- De 3cm a 5cm de espessura: reparação com argamassa, introduzindo uma armadura de reforço;
- Superior a 5cm: deverá ser feito um trabalho de alvenaria com características iguais ou no mínimo semelhantes à da parede existente.

O intervalo mínimo de tempo entre a camada de reparação e o reboco final deverá ser entre 4 a 7 dias, consoante a natureza do ligante e a espessura dessa camada [19; 24].

4.2.6. MEDIDAS A CONSIDERAR PARA EVITAR FISSURAÇÕES

Existem alguns princípios base que se devem respeitar de modo a evitar ao máximo as anomalias relacionadas com a fissuração [23; 26; 19]. Esses princípios são:

- A temperatura ambiente no momento da execução deverá ser entre 5°C e 30°C;
- O intervalo de tempo mínimo entre a conclusão das alvenarias e o início do reboco deverá ser de 1 mês;
- As juntas estruturais devem atravessar os rebocos em toda a sua espessura e devem ser preenchidos com materiais selantes adequados;
- Devem ser previstas juntas destinadas a confinar as fissuras de retração do reboco. As interrupções de trabalho devem ser as mínimas possíveis e devem ser localizadas junto a arestas ou a elementos que se salientem da parede ou fazê-las coincidir com as juntas de dilatação dos edifícios;
- As arestas do revestimento em esquinas entre paramentos ou em reentrâncias ou em vãos abertos no suporte, devem contar com a proteção de cantoneiras ou outros perfis metálicos

- tratados contra a corrosão e previamente fixados ao suporte, sendo inseridos na camada de base do revestimento;
- As ligações de rebocos aplicados sobre suportes de naturezas diferentes, devem ser reforçadas com armaduras que se prolonguem no mínimo 15cm para ambos os lados das ligações. Estas armaduras deverão ser suficientemente recobertas pelo reboco.
 - A aplicação do revestimento deverá ser feita por faixas horizontais, com altura de 1,5m a 2,0m, iniciando-se pela parte superior das paredes e evoluindo no sentido descendente;
 - Não é recomendável a rega dos rebocos em fase de endurecimento em dias secos e soalheiros. O choque térmico poderá provocar a fissuração nos rebocos ainda com fraca resistência mecânica;
 - Os rebocos frescos e recentes devem ser protegidos durante os primeiros 2 ou 3 dias por intermédio de uma humedificação por pulverização moderada ou pela utilização de toldos que os protejam da ação do vento. Durante os primeiros 2 dias devem ser igualmente protegidos da ação da chuva;
 - Os rebocos não devem ser perfurados para a fixação dos andaime, estes devem ser autoportantes.

4.2.7. INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

Com o desenvolvimento tecnológico a acentuar-se nas últimas décadas, é normal o aparecimento no mercado de novos mecanismos para a aplicação deste tipo de revestimento.

Um desses mecanismos é a projeção mecânica da argamassa que permite reduzir as tradicionais três ou quatro camadas apenas a duas camadas. A primeira camada ao ser projetada com força contra o suporte cria uma película mais rica em ligante depois da qual se forma outra que já inclui o conjunto dos inertes, deixando assim de existir a camada de chapisco. Contudo, em suportes lisos como o betão ou blocos de betão celular autoclavado, a realização do chapisco é obrigatória [23]. A máquina de projetar reboco aplica o reboco no substrato com bastante pressão através de ar comprimido e com o auxílio de uma mangueira com uma pistola na sua extremidade, isto faz com que a argamassa seja projetada na superfície da parede com muito mais força do que no sistema tradicional, e sem variar a intensidade desta força de aplicação, mesmo em lugares de difícil acesso. Constata-se então, que esta máquina permite um resultado mais uniforme e de alta qualidade, permite economia com a mão-de-obra, visto que esta máquina dispensa a necessidade de contratação de muitos trabalhadores, pelo fato da mesma possuir uma alta produtividade.



Figura 4.12 – Máquina de projetar reboco



Figura 4.13 – Exemplo de aplicação de reboco através de projeção mecânica

Mais recentemente surgiu no mercado um outro mecanismo praticamente autónomo, um equipamento capaz de fazer sozinho a própria aplicação do reboco, como pode ser visto na figura seguinte, apenas necessitando de um auxiliar para o colocar no local adequado. Este equipamento dispensa a necessidade de um profissional especializado no serviço, e funciona auxiliado por duas réguas posicionadas nas laterais do equipamento, que sobem a parede rebocando-a com argamassa e descem realizando o acabamento da mesma. O modelo tem capacidade para trabalhar numa parede que tenha até 4m de altura e 80cm de largura, realizando o acabamento entre 60 a 70m² por hora, com uma espessura de reboco que pode variar entre os 4mm e 28mm. A principal desvantagem é o seu preço de mercado que pode chegar a atingir valores bastante elevados [28].



Figura 4.14 – Equipamento para aplicação autónoma do reboco [28]



Figura 4.15 – Equipamento para aplicação autónoma do reboco [28]

4.3. REVESTIMENTOS NÃO TRADICIONAIS DE LIGANTES HIDRÁULICOS (REBOCOS)

4.3.1. INTRODUÇÃO

Como foi referido no ponto anterior, os rebocos tradicionais de ligantes hidráulicos apresentam diversos inconvenientes: falta de mão-de-obra qualificada, mau doseamento em obra dos constituintes, execução demasiado rápida, deficiente humedecimento do suporte, deficiente cura, entre outros. Deste modo ao longo dos últimos 10 a 20 anos começaram a ser inseridos no mercado produtos pré-doseados em fábrica com características melhoradas. No mercado nacional estes produtos são geralmente designados por monomassa (monocamada). São à semelhança dos rebocos tradicionais de ligantes hidráulicos, revestimentos de impermeabilização (quadro 3.8).

Sendo estes produtos não tradicionais, têm de ser obrigatoriamente homologados por entidade acreditada para esse fim, sendo essa entidade em Portugal, o Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC). Nos documentos de homologação são especificadas as características dos produtos, a aplicação em obra, manutenção, as modalidades de comercialização e as condições de emprego. [19]

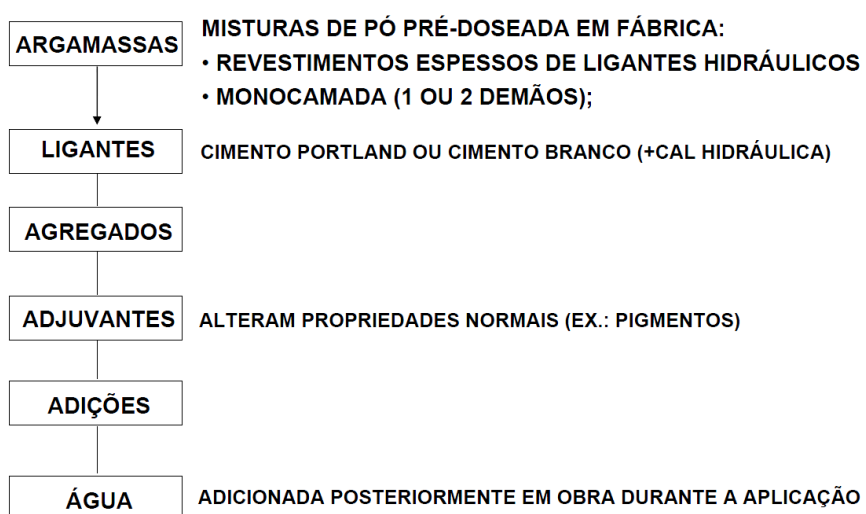


Figura 4.16 - Esquema representativo dos componentes constituintes do reboco não tradicional [33]

4.3.2. COMPOSIÇÃO

Os produtos de revestimento devem possuir boas características de aderência ao suporte, de impermeabilização e não devem ser sensíveis à fissuração. Assim, a retração destes revestimentos deverá ser pequena e devem ser suficientemente flexíveis de forma a acompanharem as variações dimensionais diferenciadas entre eles próprios e o suporte. Os principais constituintes variam consoante os produtos, tal como está descrito seguidamente.

Ligantes: - cimento;
- cimento adicionado de cal aérea ou hidráulica em proporções variáveis.

Agregados: - areias siliciosas ou calcárias, granulados de mármore;
- cargas ligeiras para os revestimentos aligeirados (perlites, vermiculites, granulados sílico-calcárias, poliestireno, vidro expandido, etc.) ou fibras (de vidro, sintéticas, etc.).

Constituintes secundários: retentores de água, resinas, introdutores de ar, hidrófugos, pigmentos.

A mistura do produto pré-doseado com a água será efetuada consoante cada produto, manualmente ou mecanicamente em betoneira ou em misturadora acoplada a máquina de projetar.

“Existindo adjuvantes na mistura, não convém ultrapassar o tempo ótimo de mistura de cada tipo de produto assim como interessa respeitar quer o tempo de repouso da argamassa depois de confeccionada, quer o tempo de aplicação depois de executada” [16].

4.3.3. APLICAÇÃO

Os documentos de homologação dos produtos deverão prever as disposições e regras de aplicação dos produtos de revestimento, principalmente para superfícies lisas e também outras informações.

Os suportes não devem conter sujidades, poeiras e não devem ser friáveis. A necessidade de humedecimento dos suportes depende da capacidade de retenção de água dos produtos de revestimentos, do tipo de suporte e das condições meteorológicas na altura da sua aplicação. As superfícies devem ser rugosas a fim de permitirem uma boa aderência do revestimento.

Em suportes de alvenaria, no caso de defeitos localizados de planeza, os enchimentos necessários poderão ser executados com o material do próprio revestimento, de acordo com o descrito nos documentos de homologação.

Em suportes de alvenaria constituídos por blocos de betão celular assentes com argamassa ou cola apropriada, os próprios documentos de homologação indicarão se o suporte é ou não apropriado ao revestimento em causa e em caso afirmativo, também indicarão qual a preparação do suporte mais indicada.

Em suportes de betão, as saliências excessivas devem ser previamente corrigidas e os óleos de descofragem eliminados. Consideram-se saliências excessivas aquelas cuja altura seja superior a um terço da espessura do revestimento.

Estes produtos de revestimento devem ser aplicados entre os 5°C e os 35°C sendo que o teor de humidade não deve ser demasiado elevado. Estas argamassas designadas de monocamada são em geral aplicadas em uma ou duas demãos consecutivas, devendo haver um intervalo entre ambas as demãos entre 2h a 5h consoante o produto em aplicação. A primeira camada constitui a camada de base do

revestimento e deve ser apertada contra o suporte, garantindo a impermeabilização e o desempenho do paramento. A segunda camada tem função decorativa conferindo ao paramento o seu aspeto final.

Relativamente às espessuras, estas devem estar descritas no documento de homologação dos produtos de revestimento. Regra geral, a espessura total varia entre os 12mm e os 15mm e a espessura máxima deverá ser cerca de 20mm.

Tal como acontece nos rebocos tradicionais, este tipo de revestimento deve obrigatoriamente ser interrompido nas juntas de dilatação. As interrupções de trabalho devem localizar-se junto de cantos, de reentrâncias ou de saliências. Em grandes áreas de aplicação, devem ser feitas juntas horizontais (a cada piso) e também verticais de forma a induzir a fissuração em local em que a penetração da água seja evitada e também de modo a não se notarem as diferenças de tonalidades.

A eventual pintura deste tipo de revestimentos terá de ser feita com tintas compatíveis com a natureza alcalina do mesmo e só deverá ser feita após três meses da conclusão do trabalho. [23; 26; 19]

4.3.4. ACABAMENTOS

Nos acabamentos de rebocos não tradicionais são considerados habitualmente, três tipos de acabamentos [26; 19]:

- Acabamento tipo raspado – A aplicação pode ser efetuada em uma ou duas demãos. A espessura total deverá ser de 15mm de modo a que depois de raspado resulte em 10mm ou 12mm. Depois do revestimento ser aplicado manual ou mecanicamente, o mesmo será alisado com régua e apertado à talocha. Após estar suficientemente endurecido, 3h a 24h após a aplicação, a raspagem (prancha de pregos) retirará a camada de leitação formada à superfície do revestimento.
- Acabamento tipo projetado – Este tipo de acabamento obriga a duas demãos de revestimento. A primeira camada aplicada manual ou mecanicamente, será alisada com régua assegurando uma espessura mínima uniforme de 10mm. A segunda demão projetada destina-se a conferir ao paramento a rugosidade desejada e a espessura final deverá andar perto dos 15mm. A manutenção da pressão, da distância e do ângulo de incidência da projeção é importante para a uniformidade do acabamento.
- Acabamento de seixo à vista – A segunda demão do revestimento deverá possuir espessura superior a metade do comprimento das partículas maiores projetadas. As partículas são normalmente de mármore de 2mm a 6mm, projetadas mecanicamente sobre o revestimento ainda fresco.

4.4. REVESTIMENTOS POR PINTURA SOBRE REBOCOS

4.4.1. INTRODUÇÃO

“A finalidade das pinturas resume-se à decoração e proteção do substrato e à introdução de características especiais tais como a resistência química, a resistência ao ataque de microrganismos, entre outras.” [19]

A pintura sobre rebocos tem como principais funcionalidades a decoração, alterando o aspeto visual das superfícies e corrigindo o aparecimento de defeitos em superfícies anteriormente pintadas, e a proteção, aumentando dessa forma a durabilidade e reduzindo os custos de reparação e manutenção. Em termos de proteção, esta pode ser a proteção à erosão do vento e da água, proteção contra algas e

fungos, proteção contra a penetração da água no interior dos elementos construtivos e proteção contra a ação de produtos químicos agressivos e a poluição atmosférica.

Outra das grandes vantagens é a melhoria de condições ambientais, pois as superfícies tornam-se menos pulverulentas e mais fáceis de limpar, a cor da fachada tem impacto no meio ambiental e social, e o emprego das tintas permite facilmente que se escolha a cor mais adequada.

4.4.2. CLASSIFICAÇÃO DAS TINTAS

Designa-se por tinta, a *“composição pigmentada líquida, pastosa ou sólida que, quando aplicada em camada fina sobre uma superfície apropriada, no estado em que é fornecida ou após fusão, diluição ou dispersão em produtos voláteis, é convertível ao fim de certo tempo numa película sólida, corada e opaca”* [29].

Consoante a constituição de cada tinta, esta poderá atuar como proteção dos suportes, em função da natureza destes e em função do tipo de exposição a que estará sujeita. Consultando a regulamentação do LNEC [29], descrevem-se as principais características dos diferentes veículos fixos, indicando-se a resistência aos produtos químicos e à intempérie. Entende-se por veículo fixo a componente de tinta responsável pela formação da película sólida da mesma.

A forma mais correta de classificar uma tinta é através da natureza do veículo fixo, pois é aquele que fornece mais informações sobre o possível comportamento da tinta na sua utilização. Contudo, existem certos hábitos na construção civil de classificar as tintas de acordo com a finalidade com que são utilizadas, ou com o aspeto do acabamento final obtido. Desta forma, são apresentados alguns termos na denominação das tintas [19]:

- Esmalte – acabamento que origina uma película de aspeto mais ou menos brilhante e liso;
- Tinta plástica – termos para designar tintas de água com ligantes sintéticos que dão normalmente um acabamento liso;
- Tinta texturada – tinta cuja constituição contém elementos ou produtos que permitem um acabamento com superfície rugosa;
- Acabamento tipo “Karapas” – normalmente constituído por aplicação de uma massa aquosa obtida com cargas minerais, ligantes sintéticos e aditivos, de modo a dar um acabamento em relevo que é revestido por uma tinta de esmalte;
- Primário – tinta indicada para ser aplicada diretamente sobre o suporte de modo a garantir a sua proteção e a aderência das camadas de tinta seguintes.

Na escolha de uma tinta para pintura das paredes exteriores deve-se ter em consideração alguns dos seguintes fatores:

- Finalidade do uso do revestimento – fins decorativos, de proteção, de higiene, entre outros.
- Tipo de base de aplicação – a natureza e as características físicas e químicas desta, podem influenciar a escolha do tipo de tinta;
- Tipo de ambiente – interior ou exterior, rural, marítimo, industrial, com condições variáveis, etc.;
- Tipo de preparação da superfície – condicionada pelo ambiente a que vais estar sujeita e também pelo tipo de revestimento que se vai utilizar;
- Restrições especiais de seleção – condições especiais de aplicação, como por exemplo, tintas que devem ter um tempo de secagem muito curto;
- Aspetos económicos – deve ter-se em conta o custo global que inclui além do custo inicial da tinta, os custos de aplicação, de preparação das superfícies e os custos de manutenção;

- Exigências de durabilidade - tempo de vida útil do revestimento.

Para a pintura de paredes exteriores, para além de se ter em consideração os fatores descritos anteriormente na escolha da mesma é também necessário ter em consideração os requisitos principais de um revestimento por pintura. Esses revestimentos estão descritos no quadro seguinte.

Quadro 4.2 – Requisitos principais de um revestimento por pintura de paredes exteriores

Requisitos Principais
Proteção duradoura do substrato
Fácil aplicação
Fraca toxicidade
Secagem rápida
Boa resistência à lavagem
Aspetto decorativo agradável à vista
Boa resistência à intempérie
Boa aderência à base
Estabilidade da cor
Neutralidade química em relação à base e vice-versa
Aspetto decorativo pretendido
Boa resistência aos fungos

A qualidade do revestimento não depende somente da qualidade da tinta escolhida. A qualidade está também dependente dos seguintes fatores:

- Qualidade da tinta e adequada seleção;
- Qualidade da aplicação incluindo a preparação da tinta segundo as instruções do fabricante;
- Condições da base de aplicação e adequada preparação;
- Condições ambientais ou atmosféricas na altura da aplicação.

4.4.3. PREPARAÇÃO DAS SUPERFÍCIES

A preparação do suporte é um aspeto fundamental para o comportamento dos revestimentos por pintura. Todos os suportes devem ser preparados antes do início do trabalho de pintura verificando as seguintes situações [30; 19]:

- A sanidade e rigidez superficial do material;
- A textura superficial, existência de fendas ou empenamento, excessiva rugosidade ou lisura das superfícies ou outros defeitos;
- Existência de sujidades tais como poeiras, produtos de oxidação, eflorescências, etc.;
- Excessiva humidade ou existência de água condensada;
- Acidez ou alcalinidade das superfícies.

Também devem ser respeitadas as seguintes indicações:

- A base da pintura deve encontrar-se perfeitamente limpa e sem gorduras. O teor de humidade admissível do reboco deverá ser inferior a 5% a fim de se evitar a formação de manchas, eflorescências, diminuição da adesão, etc. Admite-se como período mínimo de tempo de secagem 30 dias;
- Depósitos de sais visíveis devem ser escovados e limpos com pano húmido;
- Sendo as superfícies alcalinas, devem ser isoladas com primário adequado ou com uma primeira demão da tinta de acabamento diluída. Sempre que forem usadas tintas de acabamento saponificáveis, o seu emprego é obrigatório;
- As tintas a aplicar em superfícies novas devem possuir ligantes não saponificáveis e pigmentos resistentes aos álcalis;
- A temperatura ambiente deve compreender-se entre os 5°C e os 35°C;
- A humidade relativa do ar deve ser inferior a 85% de forma a evitar condensações;
- As superfícies que tenham estado expostas ao sol devem primeiro arrefecer antes de serem pintadas;
- A superfície de base da pintura não deve apresentar diferenças de porosidade nas zonas mais superficiais das fachadas, pois a ocorrerem, provocarão irregularidade de brilho e manchas de cor. Nesta situação, a superfície deve ser isolada com primários adequados.

4.5. REVESTIMENTOS POR ELEMENTOS DESCONTÍNUOS DE FIXAÇÃO DIRETA OU INDIRETA

4.5.1. INTRODUÇÃO

Este tipo de revestimentos é executado a partir de elementos pré-fabricados, betão, metal, plástico, madeira, pedra natural ou artificial, materiais cerâmicos, entre outros, apresentando espessuras reduzidas e com forma e dimensões diversas.

Estes elementos de revestimento são fixados mecanicamente à parede, ou diretamente (neste caso designam-se por revestimentos por elementos descontínuos de fixação direta ao suporte), ou, muito mais frequentemente, por intermédio de uma estrutura de madeira ou metálica que se estende ao longo de toda a parede, ou de peças metálicas de reduzidas dimensões para a fixação pontual (neste caso designam-se por revestimentos por elementos descontínuos “independentes” do suporte). Estes dois processos de fixação indireta dão origem à formação de uma caixa-de-ar entre o revestimento e a parede. [19]

4.5.2. FIXAÇÃO DIRETA

Os revestimentos por elementos de fixação direta ao suporte podem ser considerados de estanquidade apenas se houver a garantia inequívoca de que eles próprios são estanques à água e de que as juntas entre os elementos serão também estanques, como é o exemplo dos revestimentos cerâmicos.

A fixação direta pode ser por colagem (quando se usa uma cola do tipo cimento-cola, ou adesivo sem cimentos ou argamassa-cola com ou sem resina incorporada) ou ainda por selagem (argamassa de cal hidráulica ou de cimento branco) [27].

4.5.3. FIXAÇÃO INDIRETA

Os processos de fixação indireta, por ripado ou por fixações pontuais, tornam possível a execução destes revestimentos em suportes pouco rigorosos do ponto de vista de planura ou de regularidade superficial, porque a estrutura ou as peças de fixação podem ser mais ou menos afastadas do suporte para que as deficiências daqueles tipos possam ser vencidas.

A fixação indireta pode ser executada por intermédio de agramos e pontos de argamassa, por meio de gatos e por meio de uma estrutura intermédia de perfis metálicos ou ripado de madeira à qual as placas são fixadas mecanicamente através de gatos ou agramos.

A caixa-de-ar existente entre o revestimento e o suporte (ou entre o revestimento e o isolante) deve dispor na sua base, de dispositivos que garantam a evacuação da água eventualmente infiltrada e ser ventilada pelo exterior para evitar condensações prolongadas.

Uma das vantagens da fixação indireta é o de poder conferir aos revestimentos uma classificação de elementos de estanquidade (ao contrário da fixação direta que confere apenas um grau de decoração). Permite também a aplicação de elementos de dimensões e pesos significativos [31].

4.5.4. OUTRAS INFORMAÇÕES

No que se refere às dimensões faciais, existem as seguintes tipologias: elementos de reduzidas dimensões faciais (soletos ou escamas), elementos em forma de régua ou lâminas e elementos de grandes dimensões faciais (placas).

Quanto à durabilidade dos revestimentos por elementos descontínuos, esta deve ser comparável à da própria parede. Essa durabilidade deve ser atingida não só pelos elementos do revestimento, mas também pelas fixações, que devem ser bem tratadas contra a corrosão ou qualquer outro processo de deterioração pois, por não serem acessíveis, não podem ser submetidas a manutenção periódica [31].

4.6. REVESTIMENTOS POR ELEMENTOS DESCONTÍNUOS DE PEDRA NATURAL

4.6.1. INTRODUÇÃO

A pedra natural tem sido, desde sempre, um dos materiais eleitos pelo Homem para a construção, mantendo-se essa preferência na atualidade, embora hoje a sua utilização seja essencialmente não ao nível de alvenaria de pedra, mas sim em revestimento por placas pétreas não resistentes.

A evolução tecnológica que se tem vindo a verificar na indústria transformadora das rochas ornamentais tem-se refletido na redução da espessura das placas, no aperfeiçoamento de diversos tipos de acabamento das suas superfícies e no manuseamento das mesmas, o que tem conduzido a um interesse renovado na aplicação deste tipo de material.

Atualmente, é possível aceder facilmente à base de dados *online* (<http://rop.ineti.pt/rop/>) da ROP (Rochas Ornamentais Portuguesas) que oferece várias funcionalidades e onde poderão ser consultadas diversas informações genéricas baseadas no catálogo de rochas ornamentais portuguesas.

“Os revestimentos de fachadas com pedra natural são constituídos por placas (mais raramente em forma de escamas ou lâminas) obtidas a partir de rochas ornamentais sendo as mais requisitadas, os mármore e os granitos. Algumas rochas como os xistos e as ardósias foram usados até há vários anos atrás em Portugal, mas atualmente a sua utilização é muito pouco significativa”. [19]



Figura 4.17 – Revestimento exterior em placas de pedra natural

Os revestimentos de pedra natural podem ser autoportantes ou não resistentes.

- Os revestimentos autoportantes são independentes do suporte e suportam o seu peso próprio por encosto topo a topo. São constituídos por placas de espessura mínima de 7,5cm e permitem a execução de uma caixa-de-ar ventilada e, eventualmente, a colocação de isolamento térmico. A fixação ao suporte é feita por intermédio de gatos de forma a garantir a estabilidade ao derrubamento [33].
- Os revestimentos não resistentes são os que encontram em Portugal maior utilização. São aplicados normalmente em edifícios de elevado custo, uma vez que esta solução contribui para um acabamento de fachada com um aspeto bastante agradável e positivo. Nesta solução, todas as ações inerentes ao revestimento são suportadas pelo próprio suporte ou estrutura.

Apresentam-se de seguida alguns dos processos de fixação para placas não resistentes:

- Fixação por agramos e pontos de argamassa;
- Agramos chumbado (com argamassa no suporte);
- Agramos fixados mecanicamente ao suporte;
- Fixação por gatos resistentes;
- Gatos chumbados (com argamassa) no suporte;
- Gatos fixados mecanicamente ao suporte;
- Fixação sobre estrutura (ripado) intermédia.

4.6.2. PLACAS DE PEDRA NATURAL

As placas de pedra natural geralmente a utilizar deverão ser placas pétreas determinadas em projeto e cuja área elementar seja inferior a 1m^2 e com espessura igual ou superior a 30mm, ou placas de dimensões “standard” em que o comprimento e a largura não sejam superiores a 800mm e cuja espessura seja igual ou inferior a 20mm.

De acordo com a norma francesa, a NF P65.202 [34], a maior dimensão da pedra não deve ultrapassar 1.4m e a superfície máxima não deve ultrapassar 1m^2 , sendo a espessura máxima permitida de 40mm.

De forma a minimizar os eventuais riscos de desprendimento, as espessuras das placas não deverão ser inferiores a [23; 33]:

- Placas não resistentes:
 - 27mm no caso geral e, sem exceção, no caso de placas obtidas por clivagem;
 - 20mm no caso de placas talhadas, devendo-se ainda verificar as seguintes condições: sejam aplicadas em zonas de parede de cota não superior a 6m relativamente ao piso de circulação ou de permanência de utentes (ruas, corredores, terraços, varandas, etc.) devendo a largura destes espaços não ser inferior a 0,60m.
- Placas resistentes:
 - 75mm em qualquer situação, tal como já foi referido anteriormente.

Para o sistema ser considerado de estanquidade, os dispositivos de fixação devem tornar o revestimento independente do suporte, formando-se uma caixa-de-ar ventilada que deverá possuir uma espessura entre 2 e 5cm, provida de dispositivos que evacuem para o exterior a água infiltrada pelas juntas entre placas. Existindo a inserção de isolamento térmico entre o suporte e as placas, este deve manter-se fixo junto ao suporte mantendo-se livre a caixa-de-ar referida. Para facilitar a ventilação na caixa-de-ar, nos pontos mais altos e mais baixos do paramento revestido, deverão ser localizadas aberturas de área não inferior a 100cm² por metro de comprimento do revestimento medido na horizontal [23].

4.6.3. FIXAÇÃO

4.6.3.1. Nota prévia

A fixação das placas de pedra é feita por fixação indireta e existem diferentes métodos para a sua fixação. Os métodos a usar variam em função da natureza do suporte. No quadro seguinte é apresentada a compatibilização entre os diversos métodos e a natureza dos suportes [26].

Quadro 4.3 – Compatibilidade entre suportes e processos de fixação de revestimentos de pedra [26]

Suporte	Processo de Fixação					
	Placas Não Resistentes					Placas Resistentes
	Agrafos com pontos de argamassa		Gatos		Estrutura intermédia (1)	
	Chumbados	Fixados mecan.	Chumbados	Fixados mecan.		
Betão corrente	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Betão simples de inertes leves	SIM	(2)	SIM	(2)	SIM	SIM
Tijolos	(3)	NÃO	(3)	NÃO	SIM	(4)
Blocos de betão de inertes correntes ou leves	(3)	NÃO	(3)	NÃO	SIM	(4)

Blocos de betão celular autoclavado	NÃO	NÃO	(5)	NÃO	SIM	SIM
Pedra natural	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	SIM
<p>(1) A estabilidade da ligação da estrutura intermédia ao suporte deve ser inequivocamente assegurada;</p> <p>(2) Processo de fixação admissível se a resistência característica do betão aos 28 dias for $\geq 15\text{Mpa}$;</p> <p>(3) Processo de fixação admissível apenas em paredes não resistentes, até um máximo de 6m de altura do paramento e desde que os agramos ou gatos sejam chumbados com argamassa de cimento e alinhada numa profundidade mínima de duas fiadas de furos;</p> <p>(4) Processo de fixação admissível em paredes resistentes ou não resistentes, desde que os gatos de posicionamento se insiram em juntas horizontais da alvenaria;</p> <p>(5) Processo de fixação admissível apenas no caso das juntas entre placas de revestimento serem deixadas abertas, ou então, preenchidas com material resiliente.</p>						

As placas pétreas não devem ser fixadas por sistema direto mas sim por sistema indireto. A limitação da utilização deste tipo de fixação (direta) das placas pétreas ao suporte, prende-se com as limitações relativas ao peso dos elementos pétreos, às suas dimensões, à natureza do suporte, à humidade do paramento a revestir e à localização do revestimento no edifício. Este método incorreto de fixação origina correntemente manchas na superfície da placa pétrea ou a presença do “efeito de moldura” no perímetro das placas.

A ligação das placas pétreas ao suporte deve ser feita por fixação indireta através de fixações pontuais (agrafos e pontos de argamassa, gatos resistentes) ou através de uma estrutura usualmente de perfis metálicos garantindo uma lâmina de ar entre a placa e o suporte.

4.6.3.2. Fixação através de agramos e pontos de argamassa

Neste tipo de fixação, as placas de pedra são fixadas à parede com agramos de fio de secção circular envolvidos em argamassa (pontos). A ligação dos agramos ao suporte pode fazer-se por chumbagem de argamassa ou mecanicamente. A existência de inúmeros pontos de argamassa que este processo implica não permite a inserção de isolante térmico na caixa-de-ar formada entre a parede e o revestimento. [19; 23]

Os agramos podem ser de cobre, latão ou aço inoxidável. Habitualmente são empregues quatro agramos por placa, dois agramos de suspensão e dois agramos de posicionamento, atuando em geral nos topos verticais ou horizontais das placas. Os agramos inseridos nos topos horizontais superiores das placas apenas podem ter função de posicionamento. Sempre que for possível, os agramos serão colocados (nos topos) entre 1/4 e 1/5 do comprimento dos lados das placas, contado a partir dos extremos. Quando não for possível o agramamento pelos topos, como acontece nas pedras de clivagem evidente, a inserção dos agramos pode fazer-se no tardo das placas.

O dimensionamento dos agramos através de cálculo é inviável face à aleatoriedade inerente aos pontos de argamassa. Razões de durabilidade aconselham a utilizar fios com diâmetros em função da espessura das placas, esses diâmetros são:

- 4mm para placas de 20mm de espessura;

- 5mm para placas de espessura entre 30mm e 40mm;
- 6mm para placas de espessura superior a 60mm.

A largura das juntas entre placas não deve ser inferior a 4mm nem deve exceder 1/3 da espessura das mesmas, sendo normalmente tomadas com argamassa de cimento, cal apagada e areia entre 1:5:7 e 1:2:8. Nesse caso, devem ser executadas juntas elásticas horizontais e verticais em torno de todas as saliências das paredes (lintéis, varandas, peitoris, etc.) e, em zona corrente, a cada 3m e 6m, para juntas horizontais e verticais, respetivamente.

O processo de fixação por agrafos com pontos de argamassa só deverá ser utilizado nas condições seguintes:

- Edifícios de altura não superior a 28m;
- Placas de pedra de área não superior a 1m² e com a maior dimensão não superior a 1,40m;
- Distância entre o suporte e o tardez das placas entre 20mm e 50mm.

Os procedimentos de aplicação em obra são tratados nos documentos de homologação dos dispositivos de fixação e em publicações diversas [23; 26].

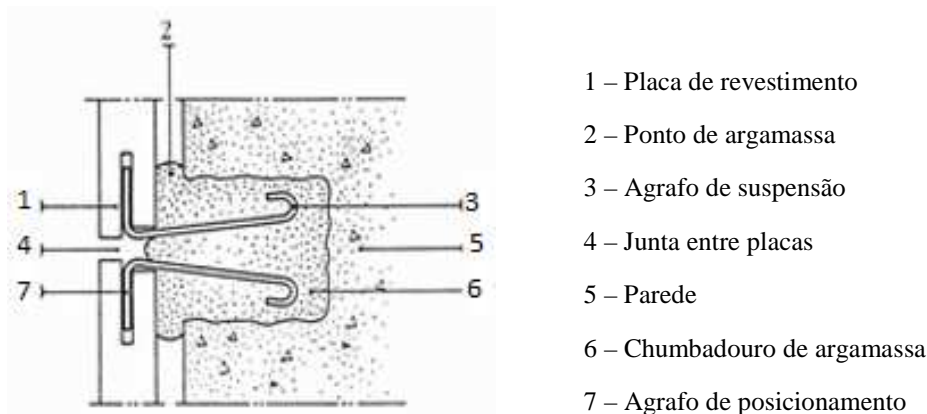


Figura 4.18 – Agrafos aplicados em topos verticais e no tardez das placas de pedra, chumbados com argamassa na parede [23]

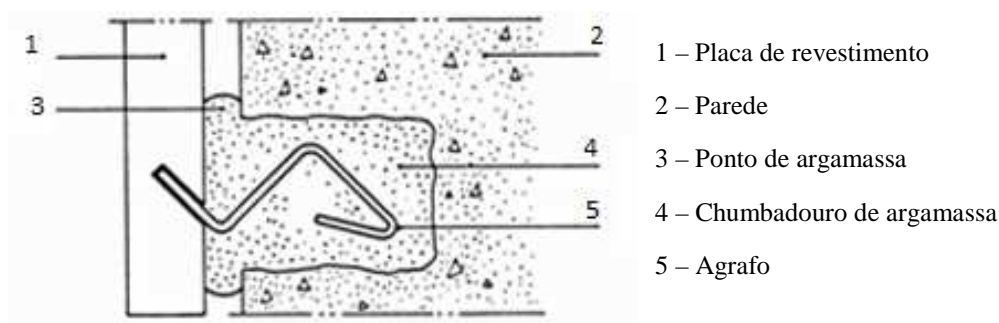


Figura 4.19 – Agrafos aplicados em topos verticais e no tardez das placas de pedra, chumbados com argamassa na parede [23]

4.6.3.3. Fixação através de gatos

As placas de pedra natural também podem ser fixadas ao suporte por meio de gatos resistentes com chumbadouros de argamassa, ou mecanicamente.

A fixação mecânica é feita geralmente com cavilhas de expansão. Neste caso, para evitar a corrosão, os gatos e as cavilhas devem ser do mesmo material. As exceções a esta regra têm que ser devidamente fundamentadas.

Os gatos são constituídos por placas ou perfis metálicos das mais diversas configurações e dos seguintes materiais:

- Aço inoxidável
- Latão
- Bronze
- Cobre
- Ligas de cobre

Os gatos podem comportar dispositivos de regulação para facilitar o posicionamento correto das placas.

Depois de colocadas as placas, quase todos os modelos de gatos ficam invisíveis. Contudo, existem alguns modelos que ao atravessar as juntas entre placas, surgem no paramento exterior.

Habitualmente, tal como no caso da fixação por agramos e pontos, são empregues quatro gatos por placa, tendo dois deles funções de sustentação e os outros dois unções de posicionamento, atuando nos topos verticais e horizontais das placas. Os gatos que atuem em topos horizontais superiores das placas podem ter função de posicionamento. Em geral os gatos ficam colocados a uma distância dos cantos das placas de $1/4$ a $1/5$ do comprimento dos respetivos lados.

Quando os gatos ou as ligações entre gatos e placas forem concebidas de modo a possibilitarem a absorção ao nível de cada placa das deformações diferenciais do revestimento e do suporte, as juntas entre placas podem ser consideradas como juntas elásticas, de fracionamento do revestimento. Neste caso, as juntas devem ser deixadas abertas ou preenchidas com mástique. A espessura das juntas não deverá ser inferior a 4mm para uma junta aberta ou 5mm para uma junta preenchida com mástique. Se o processo de fixação dos gatos não garantir a elasticidade das juntas, deve-se proceder ao esquartelamento do revestimento com juntas flexíveis de acordo com o indicado no ponto anterior [23; 26].



Figura 4.20 – Exemplo de fixação através de gatos



Figura 4.21 - Exemplo de fixação através de gatos

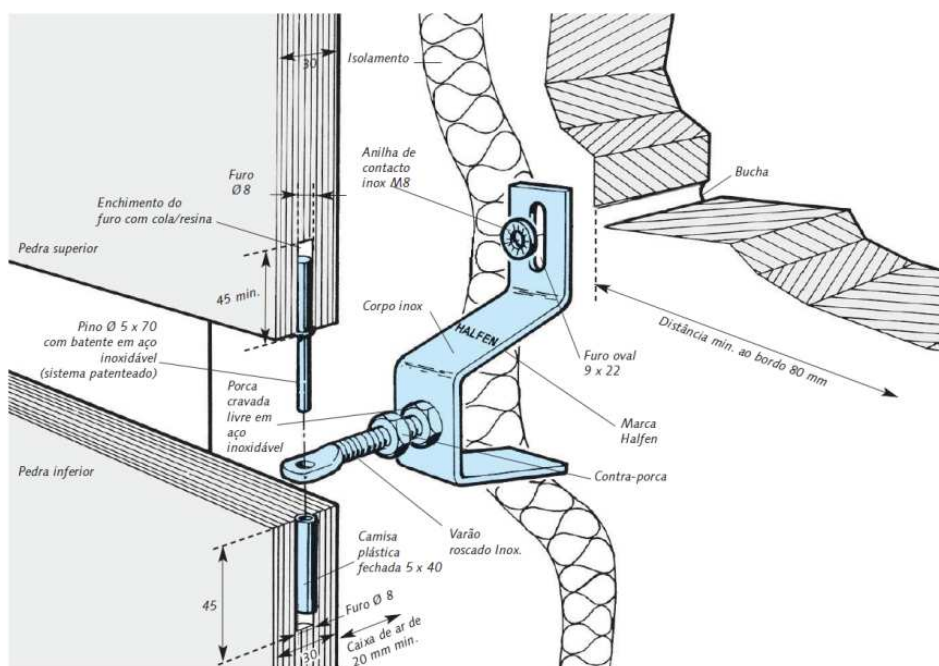


Figura 4.22 – Exemplo de fixação de um gato à estrutura, permitindo liberdade de movimentos das placas [32]

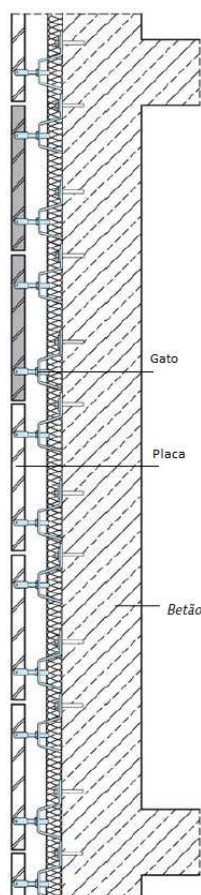


Figura 4.23 – Exemplo de um corte com pormenorização da fixação dos gatos [32]

4.6.3.4. Fixação através de uma estrutura intermédia

Neste tipo de fixação, é usada uma estrutura intermédia de suporte, geralmente de um metal inoxidável e fixada pontualmente, onde são apoiadas as placas garantindo, assim, a fixação dos elementos pétreos sem condicionamentos em relação ao tipo de suporte e ao estado em que se encontra o paramento que se pretende revestir.

Este processo de fixação através de estruturas intermédias pode ser empregue como solução única em toda a parede, ou apenas em pontos singulares das paredes onde em zona corrente tenha sido adotado um dos outros processos de fixação.

O espaço entre as placas e a parede constituirá uma caixa-de-ar com uma largura mínima de 20mm, necessariamente ventilada pelo exterior. Nessa caixa-de-ar poderá eventualmente ser introduzido um isolamento térmico, caso em que haverá que deixar uma lâmina de ar entre o revestimento e o isolante.

O material constituinte da estrutura é em geral metálico, aço inoxidável, ligas de alumínio ou, se a estrutura ficar protegida da ação direta das intempéries e do escoamento de água, de outros metais desde que protegidos contra a corrosão por tratamento adequado. Em alguns casos excepcionais, pode ser de madeira tratada contra fungos e insetos, e embora não seja frequente, pode ser usada em pequenas áreas com o principal objetivo de decoração.

A ligação da estrutura ao suporte pode ser efetuada com gatos chumbados com argamassa ou fixados mecanicamente

A fixação das placas à estrutura intermédia é, em geral, de índole mecânica com agramos de fios, gatos, ou peças mais elaboradas, aparafusados, soldados ou introduzidos em cavilhas. Todas as peças intervenientes na fixação devem ser inoxidáveis.

Os procedimentos de aplicação em obra são tratados nos documentos de homologação dos dispositivos de fixação [23; 26; 33].

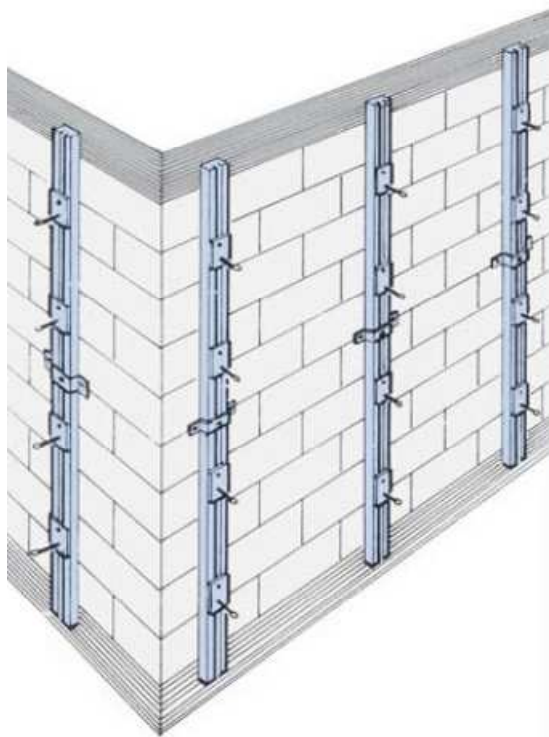


Figura 4.24 – Exemplo de uma estrutura intermédia [32]

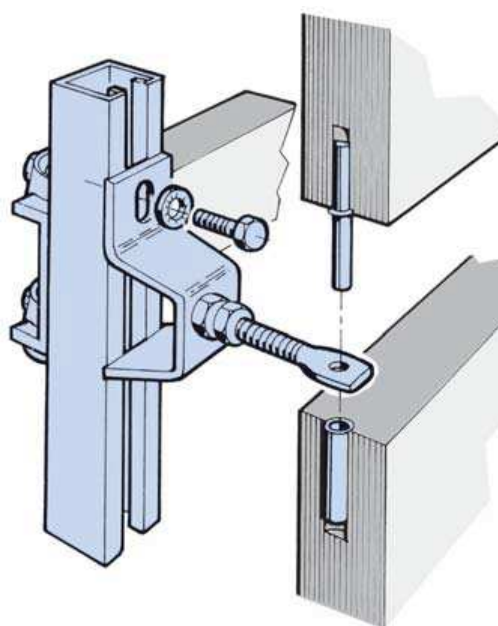


Figura 4.25 – Exemplo de fixação de placas à estrutura intermédia [32]

4.7. REVESTIMENTOS DE ISOLAMENTO TÉRMICO PELO EXTERIOR (ETICS)

4.7.1. INTRODUÇÃO

O sistema ETICS (External Thermal Insulation Composite System) tem vindo a conhecer uma aplicação cada vez mais corrente em revestimentos de fachadas em Portugal nas últimas duas décadas devido às diversas vantagens que oferece, principalmente em questões de isolamento térmico. É um tipo de revestimento que pode ser aplicado na reabilitação de edifícios ou desde a construção de um novo edifício.

Um revestimento tem função de isolante térmico quando é capaz de oferecer por si só o isolamento térmico exigível em geral ao tosco da parede-revestimento.

Para um bom desempenho térmico da edificação é sabido que o isolamento térmico deve ser aplicado o mais próximo possível do exterior. Desta forma é possível aumentar a eficácia global de isolamento da parede contribuindo para o efeito de acumulador por parte da parede exterior.

Nos países nórdicos, onde o Inverno é bastante rigoroso, foi desenvolvido um sistema de isolamento térmico de edifícios pelo exterior que consta em fixar placas de isolante à parede e sobre essas placas de isolante aplicar um reboco modificado de modo a assegurar a impermeabilidade, a integridade do isolamento contra os choques e a decoração do paramento.

Este tipo de isolamento apesar de ter sido desenvolvido com o principal objetivo de impedir as transferências de calor do interior para o exterior, acaba por funcionar fiavelmente no caso contrário em que se pretende impedir a transferência de calor do exterior para o interior do edifício, funcionando sempre como uma barreira às transferências de calor.

Neste sistema, o reboco acaba por desempenhar também um papel estrutural uma vez que assenta sobre uma superfície com baixa compacidade e elástica, ao contrário da sua aplicação tradicional. Assim, o reboco terá de ter a tenacidade suficiente para proteger o isolamento contra as ações do exterior de modo a assegurar a estanquidade do paramento. Para desempenhar corretamente o seu papel, o reboco tem de ter boa aderência ao isolamento, tem de ser hidrófugo e tem de estar armado, visto ser a armadura que lhe confere resistência e assegurar a integridade de todo o sistema. A espessura normal para este reboco deve variar entre os 5 e os 7mm de modo a diminuir as tensões originadas pela retração plástica das argamassas.

A aplicação do isolamento térmico no exterior dos paramentos apresenta como principais vantagens:

- Dispensa o método tradicional de paredes duplas;
- Oferece maior conforto térmico, aumentado a inércia térmica de um edifício;
- Funciona como isolamento sonoro
- Evita condensações e bolor no interior do edifício;
- Reduz os custos energéticos;
- Evita as pontes térmicas, pois tem uma camada contínua de isolamento térmico.

Naturalmente, apresenta também algumas desvantagens:

- Reação ao fogo mais elevada;
- Aplicação difícil e dispendiosa em fachadas que exijam uma pormenorização detalhada do isolamento sonoro;
- Maior suscetibilidade ao desenvolvimento de fungos e algas pelo exterior.

O isolamento pelo exterior das paredes é a melhor forma de manter a temperatura a níveis adequados e impede, indiretamente, a condensação de vapor nas paredes devido a temperaturas demasiado baixas.

A aplicação do material isolante pelo exterior da parede assegura amplitudes térmicas menores na parede e consequentemente menor deterioração do material que a constitui e ainda uma maior massa de acumulação térmica interior. [33; 35]

4.7.2. PRINCIPAIS SISTEMAS DE ISOLAMENTO TÉRMICO PELO EXTERIOR

Existem diversos tipos de isolamento térmico pelo exterior sendo os dois primeiros os mais correntes em Portugal:

- Sistemas de isolamento térmico por revestimento delgado sobre o isolante, em que o revestimento é executado com produtos com base em ligantes sintéticos ou mistos;
- Sistemas de isolamento térmico por revestimento espesso sobre isolante, em que o revestimento é executado com argamassas de ligantes hidráulicos;
- Sistemas de isolamento térmico por revestimento de elementos descontínuos de fixação mecânica (revestimento de estanquidade) com isolante na caixa-de-ar;
- Sistemas de isolamento térmico por revestimento de ligantes hidráulicos armados e independente com isolante na caixa-de-ar;
- Revestimentos de argamassas de ligantes hidráulicos com inertes de material isolante;
- Sistemas de isolamento térmico por elementos descontínuos pré-fabricados;
- Sistemas de isolamento térmico obtidos por projeção “in situ” de isolante.

Estas diversas técnicas de isolamento térmico pelo exterior podem classificar-se em dois grandes grupos, conforme comportem ou não lâmina de ar ventilada entre o revestimento e o isolante.

Esta classificação justifica-se pelo facto de as funções do isolante ser diferente em cada um dos grupos. Assim, ao isolante de um sistema com lâmina de ar, geralmente apenas se exige que desempenhe a função de isolamento térmico, enquanto num sistema sem lâmina de ar, o isolante deverá também servir de suporte ao revestimento e participar na estanquidade do conjunto. Neste último caso, o isolante deverá possuir as características mecânicas e comportamento necessário sob a ação da água.

Todos os sistemas atrás referenciados são sistemas com/sem lâmina de ar com exceção do penúltimo sistema (sistemas de isolamento térmico por elementos descontínuos pré-fabricados) que é um sistema intermédio visto que não contém lâmina de ar contínua e o revestimento pode não ser totalmente aderente ao isolante.

Os sistemas de isolamento térmico com lâmina de ar (terceiro e quarto sistemas) são os que se obtêm dos revestimentos de estanquidade inserindo um isolante entre esses revestimentos e o suporte. A lâmina de ar deve ter espessura de 20mm a 50mm e possuir na sua base dispositivos de evacuação de água, que eventualmente penetre através do revestimento, para o exterior e ainda devem garantir a ventilação da caixa-de-ar.

Apenas os sistemas sem lâmina de ar serão objeto de análise individualizada nos itens seguintes por serem os que funcionalmente e tipologicamente mais se aproximam e consideram como revestimentos de paredes, uma vez que o isolante está suplementarmente vinculado ao desempenho de funções inerentes a um revestimento exterior para além da sua função como isolamento térmico. [35]

No quadro seguinte apresenta-se uma comparação das características dos dois grupos de sistemas de isolamento térmico pelo exterior.

Quadro 4.4 – Comparação de características dos sistemas de isolamento térmico pelo exterior com ou sem lâmina de ar [35]

Características a Comparar	Tipos de Sistemas de Isolamento Térmico	
	Com lâmina de ar ventilada	Sem lâmina de ar
Funções do isolante	- Isolamento térmico	- Isolamento térmico - Suporte do revestimento - Impermeabilização à água
Processo de fixação ao suporte	- Fixação por pontos	- Colagem
Elementos responsáveis pela impermeabilização	- Revestimento - Lâmina de ar	- Revestimento - Isolante
Resolução do problema das variações dimensionais diferenciais	- Variações absorvidas pela geometria da ligação revestimento-estrutura de fixação	- Necessidade de escolha de revestimento e isolante compatíveis
Dificuldades de aplicação	- Fachadas com vãos numerosos - Paredes inadequadas à fixação mecânica	- Deficiências de planeza ou de regularidade superficial do suporte - Existência de revestimento antigo não aderente ao suporte
Possibilidade de eliminação de riscos de condensação no isolante	- Ventilação da lâmina de ar	- Compatibilidade das permeabilidade ao vapor de água do revestimento e do isolante

4.7.3. SISTEMAS DE ISOLAMENTO TÉRMICO POR REVESTIMENTO ESPESSO SOBRE ISOLANTE

Os sistemas de isolamento térmico por revestimento espesso sobre isolante são constituídos por um isolante em placas (quase sempre poliestireno expandido) colado ao suporte e por um revestimento (regra geral não tradicional) de ligantes hidráulicos armados com rede metálica, sobre o qual poderá ser aplicado um revestimento delgado de massas plásticas ou uma tinta.

As placas do isolamento deverão ter ranhuras na face a revestir a fim de melhorar a aderência do revestimento. A armadura é geralmente em aço galvanizado e deverá ter ligações pontuais de natureza mecânica ao suporte através de grampos ou cavilhas.

Na figura seguinte está representado um esquema deste tipo de sistema de revestimento.

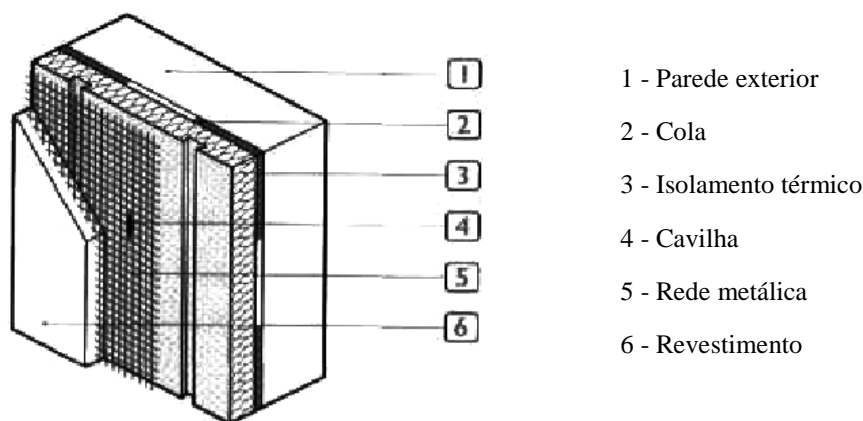


Figura 4.26 – Sistema de isolamento térmico por revestimento espesso sobre isolante [33]

Dado que o revestimento é composto por cimento, areia e adjuvantes diversos, este é aplicado em camada com 8 a 10 mm de espessura garantindo uma melhor resistência aos choques, melhor comportamento perante o fogo e, por isso, maior durabilidade. Porém, é mais suscetível a fendilhação do que o revestimento de ligantes mistos, condicionando assim a estanqueidade do sistema à água. A aderência do revestimento ao isolamento térmico não é tão eficaz, razão pela qual as placas de isolante devem possuir ranhuras na superfície a revestir. [36]

4.7.4. SISTEMAS DE ISOLAMENTO TÉRMICO POR REVESTIMENTO DELGADO SOBRE ISOLANTE

Os sistemas de isolamento térmico por revestimento delgado de ligantes sintéticos ou mistos sobre isolante é o mais utilizado no mercado nacional e é constituído por:

- Um isolante em placas (geralmente de poliestireno expandido) colado ao suporte;
- Um revestimento delgado de ligante misto, armado com uma rede flexível (quase sempre de fibra de vidro) designado por camada de base do revestimento;
- Um revestimento de acabamento (geralmente um revestimento delgado de massas plásticas) designado por camada de acabamento do revestimento.

Na figura seguinte é apresentado um esquema deste tipo de sistema de isolamento térmico por revestimento delgado sobre o isolante.

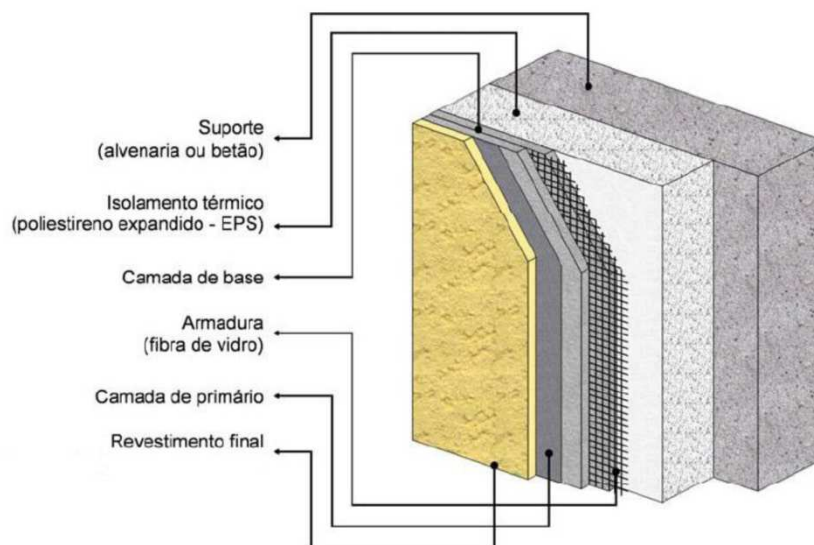


Figura 4.27 - Sistema de isolamento térmico por revestimento delgado sobre isolante [36]

No processo de aplicação do isolamento térmico pelo exterior é necessário que as paredes estejam alinhadas com as vigas e pilares. A aplicação das placas de poliestireno expandido auto extingüível pode-se fazer diretamente sobre as paredes de tijolo, vigas e pilares sem que estes tenham sido previamente rebocados. As fases da aplicação são:

- Colagem das placas de poliestireno expandido auto extingüível ao suporte;
- Fixação mecânica das placas;
- Colocação de cola-reboco por cima das juntas das placas e das fixações mecânicas;
- Espalhar a primeira demão da camada de base juntamente com a rede de fibra de vidro;
- Espalhar a segunda demão da camada de base;
- Aplicar o revestimento (acabamento).

Na aplicação do isolamento térmico deve ser preferencialmente utilizado como material isolante poliestireno expandido (EPS) pois é o que apresenta uma reduzida absorção de água e um módulo de elasticidade transversal garantindo a diminuição de deslocamentos diferenciais entre o suporte e o revestimento armado. A dimensão máxima das placas de isolante deve ser de 1.20m, e para garantir uma melhor continuidade ao longo da parede, os bordos laterais das placas devem ter encaixe do tipo “macho-fêmea” ou “meia madeira” como representado na figura seguinte.

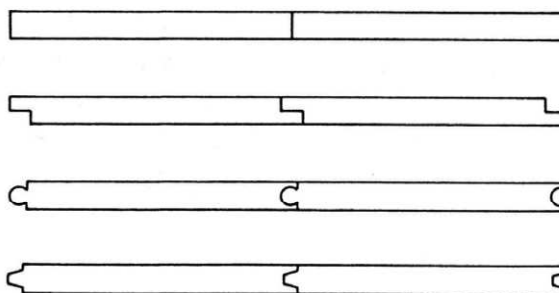


Figura 4.28 – Encaixes laterais das placas de isolante [33]

De forma a melhorar a aderência do revestimento de ligantes hidráulicos ao isolamento térmico, é preciso que este apresente ranhuras em ambas as faces, principalmente na superfície a revestir, ou seja revestido com uma cama de partículas de madeira mineralizadas e aglomeradas com cimento como apresentado na figura seguinte.

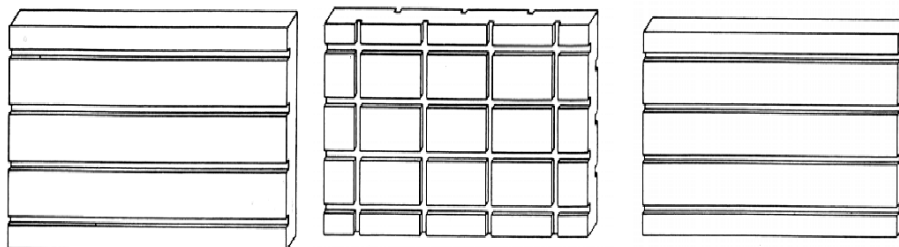


Figura 4.29 – Ranhuras nas faces das placas de isolante [33]

As placas de isolante térmico devem ser fixadas ao suporte exclusivamente por colagem. A cola a ser utilizada pode apresentar-se em forma de pasta pronta a aplicar ou em pasta necessitando da adição de outros produtos ou ainda, em forma de pó necessitando da adição de outras substâncias. Poderá funcionar também como uma argamassa para reparar possíveis irregularidades que o suporte contenha.

Relativamente à camada de base, esta deve ter entre 2 a 5mm, diminuindo as tensões originadas pela retração plástica da argamassa. É constituída por argamassa de ligante misto, semelhante à camada de colagem, e deve ter características e espessura necessária para encobrir totalmente a armadura.

A camada de base do revestimento é aplicada em duas demãos entre as quais é inserida a armadura, destinada a reduzir a fissuração e a melhorar a resistência aos choques (Figura 4.31).



Figura 4.30 – Execução da camada de base em duas demãos com colocação da armadura entre ambas [33]

No que diz respeito à armadura, esta é incorporada na cama de base tal como já foi referido anteriormente. A armadura pode ser normal ou reforçada para casos em que o risco de choques é maior. A armadura deve ser protegida contra os álcalis do cimento, evitando a sua degradação. A abertura da malha quadrada deve resistir à tração e garantir uma boa aderência ao material de revestimento.

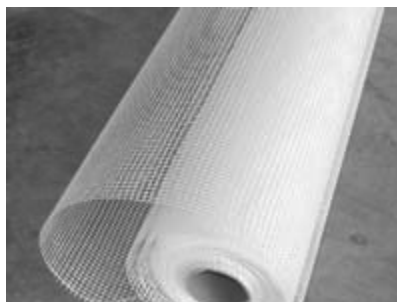


Figura 4.31 – Armadura em rede de fibra de vidro [33]

A camada de primário é uma camada muito delgada aplicada sobre a base e destinada a favorecer a aderência da camada de acabamento.

A camada final é constituída por um revestimento plástico delgado de massas plásticas que tanto pode ser aplicado sobre a cama de base como sobre o primário com trincha, rolo ou talocha conferindo o acabamento final ao sistema de revestimento. A espessura total final do revestimento, camada base e camada de acabamento, sobre o isolante térmico deverá ser inferior a 7mm. [33]

Estes sistemas exigem um número considerável de acessórios para a sua própria proteção, para a execução das ligações com outros elementos das construções e para a resolução das soluções de continuidade. As figuras seguintes exemplificam a aplicação dos principais acessórios bem como a pormenorização de alguns detalhes na aplicação deste sistema.

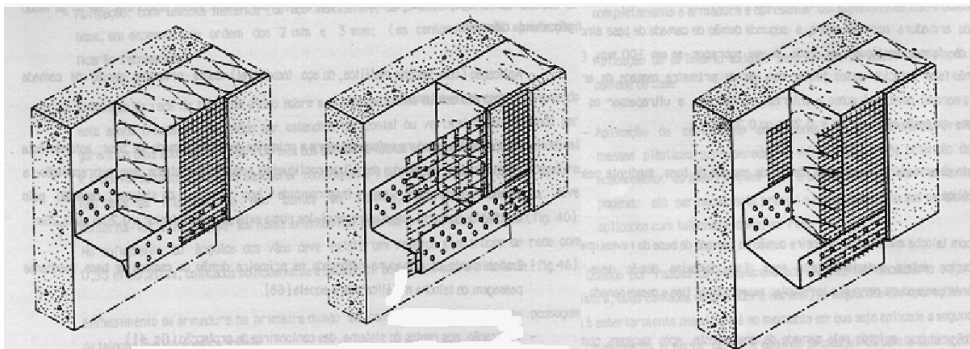


Figura 4.32 – Perfis de proteção das extremidades inferiores dos sistemas de isolamento térmico por revestimento delgado sobre isolante [35]

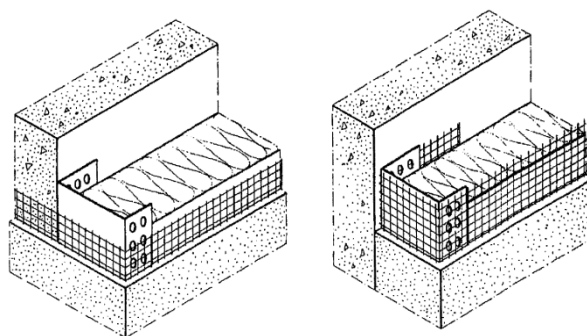


Figura 4.33 – Perfis de proteção das extremidades laterais do sistema [35]

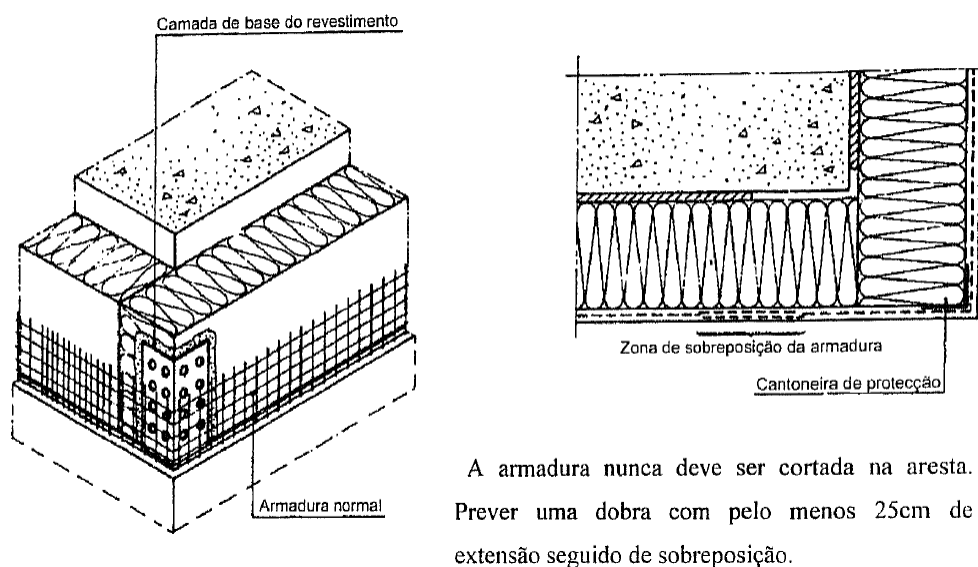


Figura 4.34 – Cantoneiras de proteção das arestas verticais do sistema [19]

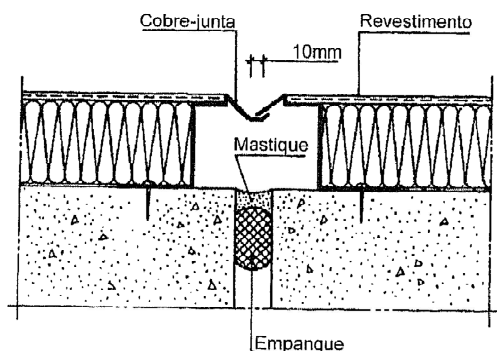


Figura 4.35 – Tratamento de junta de dilatação assegurando a estanquidade da alvenaria [19]

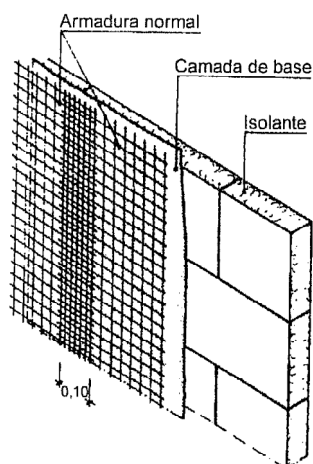


Figura 4.36 – Sobreposição dos bordos de faixas contíguas de armadura [19]

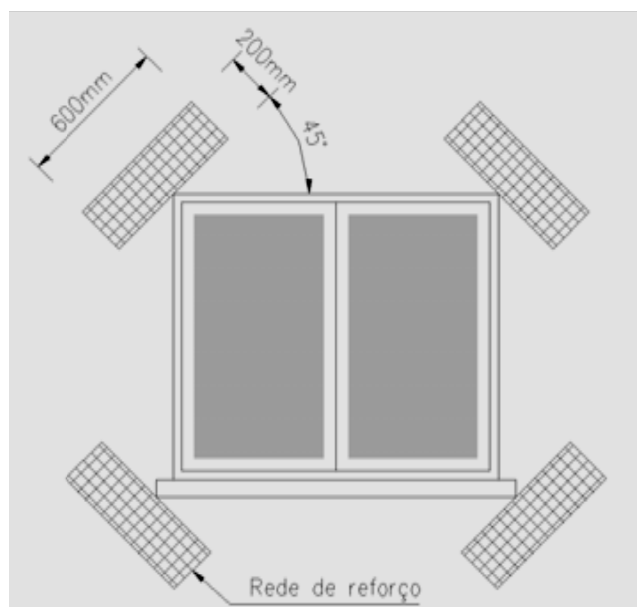


Figura 4.37 – Reforços de armadura nos cantos de um vão com faixas de armadura normal coladas diretamente sobre o isolante [33]

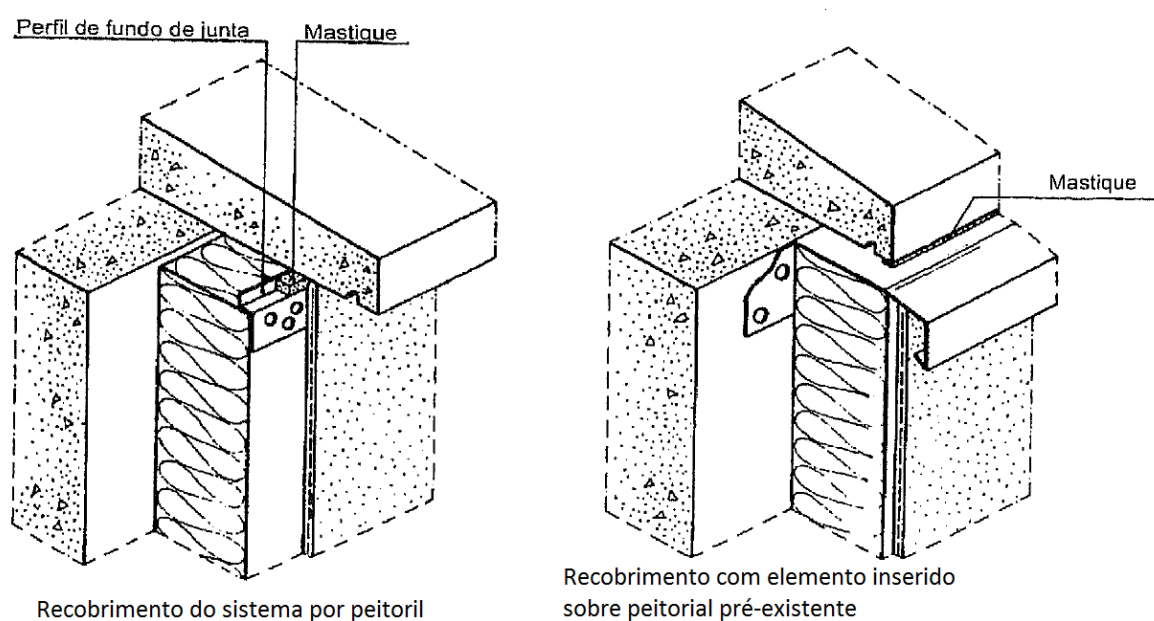


Figura 4.38 – Elementos de recobrimento ao nível dos peitoris [19]

A durabilidade destes sistemas, em condições normais de uso, deve ser superior a trinta anos. No que respeita à aparência dimensional das superfícies, a qualidade a exigir segue os parâmetros referentes aos rebocos tradicionais.

4.8. REVESTIMENTO POR ELEMENTOS DESCONTÍNUOS COM FUNÇÃO DE ACABAMENTO OU DECORATIVO

4.8.1. INTRODUÇÃO

A principal função de um revestimento de acabamento ou decorativo é a de proporcionar aos paramentos um aspeto agradável e/ou apelativo.

Visto não serem revestimentos de impermeabilização nem de regularização superficial, só devem ser aplicados em suportes em que o desempenho destas funções já esteja assegurado ou maioritariamente garantido pela própria parede ou por um revestimento prévio. Contudo, alguns destes revestimentos podem favorecer significativamente a impermeabilização da parede, como é o caso dos revestimentos cerâmicos.

Este tipo de revestimentos também contribui para a proteção que geralmente um revestimento deve proporcionar à parede a nível mecânico (choques) e também a nível químico. Pode, ainda, aumentar a resistência ao fogo do paramento e até diminuir a necessidade de manutenção das fachadas.

4.8.2. REVESTIMENTOS CERÂMICOS APLICADOS POR COLAGEM AO SUPORTE

4.8.2.1. Nota prévia

Crê-se que a indústria cerâmica seja das mais antigas do mundo devido ao testemunho das descobertas arqueológicas. Como uso em revestimento cerâmico utilizou-se a partir do século XIV com a influência dos mosaicos romanos e bizantinos, sendo ainda hoje um revestimento bastante corrente em Portugal.

4.8.2.2. Materiais

O sistema de revestimento cerâmico aderente ao suporte é composto basicamente por seis camadas de materiais diferentes: suporte, chapisco, emboço, cola ou cimento-cola ou argamassa, junta de assentamento e por fim o ladrilho cerâmico. Na figura seguinte está representado um esquema das seis camadas referidas anteriormente.

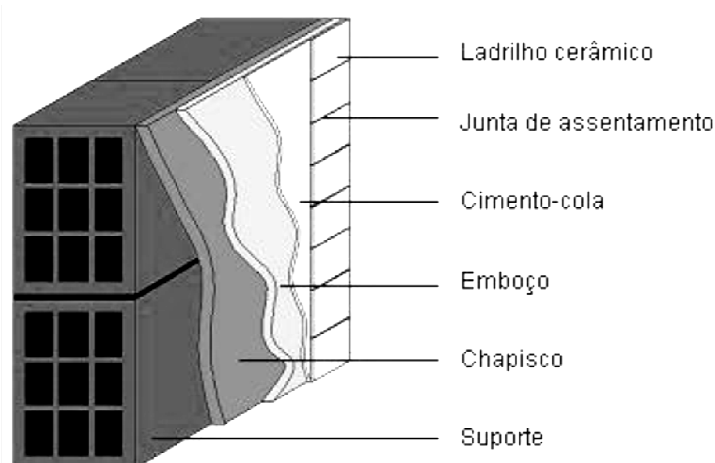


Figura 4.39 – Esquema de revestimento cerâmico [33]

Os ladrilhos cerâmicos são placas finas feitas de argila ou outras matérias-primas inorgânicas e são divididos em duas categorias, vidrados (GL) e não vidrados (UGL).

Os requisitos aplicáveis a ladrilhos cerâmicos estão definidos na norma NP EN 14411 [37]. A presente norma faz a classificação dos ladrilhos cerâmicos em função do processo de fabrico e de absorção de água (E) conforme indicado no quadro seguinte.

Quadro 4.5 – Classificação dos ladrilhos cerâmicos em função do processo de fabrico e de absorção de água.

Adaptado [37]

	Absorção de Água	Grupo I ($E \leq 3\%$)		Grupo IIb $6\% < E \leq 10\%$	Grupo III $E > 10\%$
CONFORMAÇÃO	A – Extrudido	Grupo AI		Grupo AIlb	Grupo AIll
	B – Prensado a seco	Grupo Bla ($E \leq 0,5\%$)	Grupo Blb ($0,5\% < E \leq 3\%$)	Grupo BIlb	Grupo BIll
	C – Outros processos	Grupo CI		Grupo CIlb	Grupo CIll

Nos grupos de ladrilho A e B, os processos de fabrico diferem apenas na fase de conformação em que para o processo de fabrico por extrusão a pasta é extrudida em fieiras, enquanto que no processo prensado a seco a pasta é prensada por equipamentos hidráulicos. O grupo C é referente aos ladrilhos moldados de forma manual, num processo geralmente artesanal, contrariamente aos dois processos anteriores que provêm de unidades industriais. [39]

Quadro 4.6 – Caracterização das classes de ladrilhos definidas pela norma europeia EN 14411 [37]

Designação e porosidade	Cor da pasta	Tipo de superfície	Aplicação habitual	Dimensões comerciais	Características principais
AI Grés Extrudido ($E \leq 3\%$)	Pasta branca	GL ou UGL	Revestimentos em parede ou pavimentos (interiores ou exteriores)	(12x12) cm a (40x40) cm	Alta resistência à flexão, ao desgaste e à ação do gelo; baixa absorção de água
Bla Porcelânico ($E \leq 0,5\%$) (normalmente $E \leq 0,1\%$)	Branca a creme ou com efeitos especiais (cor marmoreada ou incorporação de grânulos coloridos)	Natural ou polida; GL ou UGL	Revestimentos em parede ou pavimentos (interiores ou exteriores); uso industrial ou locais de elevado tráfego	(2,5x2,5) cm a (60x120) cm	Massa cerâmica completamente vitrificada, de muito baixa porosidade; alta resistência à flexão, ao desgaste e à formação de nódoas; fragilidade ao choque

Blb Grés extrudido (E≤ 3%)	Cinzenta, creme ou cor de barro vermelho	Natural, GL ou UGL	Revest. em parede ou pav. (interiores ou exteriores), mesmo em locais de elevado tráfego	(2,5x2,5) cm a (41x41) cm	Alta resistência à flexão, ao desgaste e à ação do gelo
BIlb Revestimento de monocozedura (6%<E≤10%)	Cinzenta creme ou cor de barro vermelho	Natural ou polida; GL ou UGL	Revestimentos em parede interiores ou exteriores	-	-
BIll Azulejo (E≤10%)	Pasta branca e vermelha	GL	Revestimentos em parede interiores e exteriores	(15 x 15) cm a (44,5 x 80) cm	Porosidade alta – elevada expansão com a humidade

No quadro 4.6 apenas foram designados os grupos em que os ladrilhos correspondentes podem ser aplicados como revestimentos exteriores de parede segundo a norma referida.

Os ladrilhos de barro vermelho e os azulejos de faiança não são indicados para o revestimento exterior de paredes uma vez que por serem de material poroso não resistem ao aumento de volume que acompanha a formação de gelo. Contudo, podem ser aplicados em paredes exteriores desde que exista a garantia de que não ocorre esse fenómeno nessa localidade. Segundo a norma europeia EN 14411, para os ladrilhos a serem aplicados como um revestimento exterior, em áreas onde poderá ocorrer o referido fenómeno, estes não devem ter uma absorção de água superior a 3%.

4.8.2.3. Método de fixação

Na aplicação de ladrilhos existem dois tipos de fixação possíveis: a fixação por colagem (fixação direta) que é a mais corrente em Portugal e, à semelhança das placas de pedra natural, a fixação mecânica (fixação indireta) feita por intermédio de uma estrutura metálica ou de madeira, com varas verticais e ripas horizontais, que por sua vez é fixa por aposição direta ou por esquadros de espaçamento sendo os elementos de revestimento pregados ou agrafados a essa estrutura. A fixação mecânica não é muito usual em Portugal e visto ser muito semelhante ao já descrito em (4.6.3.4.), não será abordado aqui.

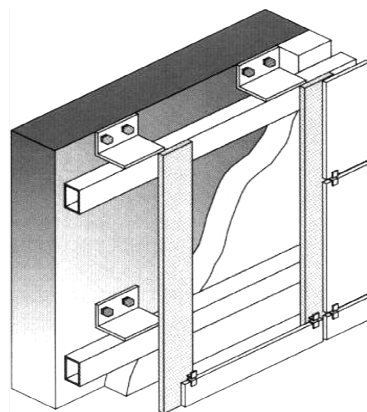


Figura 4.40 – Exemplo de fixação mecânica para ladrilhos cerâmicos [33]

A fixação por colagem sendo a mais corrente, pode ser executada pelo método tradicional do uso de argamassas (de cimento e areia, de cimento, areia e cal apagada, de cal apagada e areia ou de cal hidráulica e areia) ou pelo emprego de colas produzidas em fábrica (colas de endurecimento hidráulico podendo conter um ligante hidráulico ou colas de dispersões aquosas de resina).

Os sistemas de assentamento de ladrilhos cerâmicos em paredes com cimentos-cola, colas e argamassas tradicionais são classificados em W1, W2, V1, V2 ou V3:

- Técnica W1 – adesivos (cimentos-cola ou cola) aplicados diretamente sobre o suporte;
- Técnica W2 – adesivos (cimentos-cola ou cola) aplicados sobre uma camada previamente instalada sobre o suporte existente;
- Técnica V1 – aplicação de argamassa no tardo dos ladrilhos imediatamente antes da sua colocação;
- Técnica V2 – aplicação da argamassa sobre o suporte dos ladrilhos;
- Técnica V3 – aplicação do método V1 ou V2 sobre uma camada previamente instalada sobre o suporte existente.

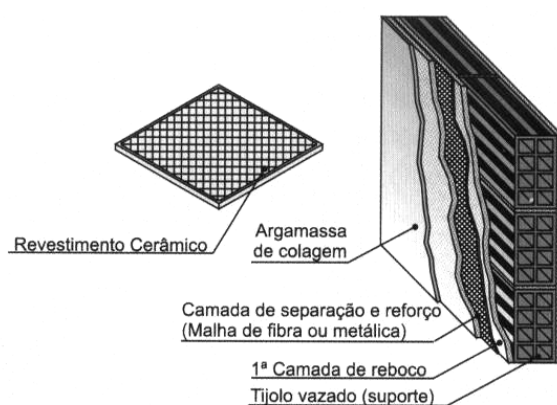


Figura 4.41 – Técnica W1 [33]

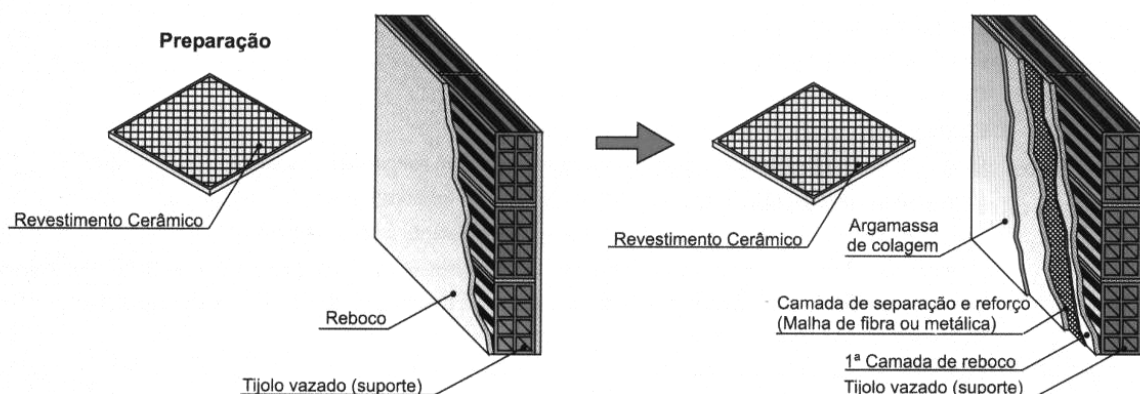


Figura 4.42 - Técnica W2 [33]

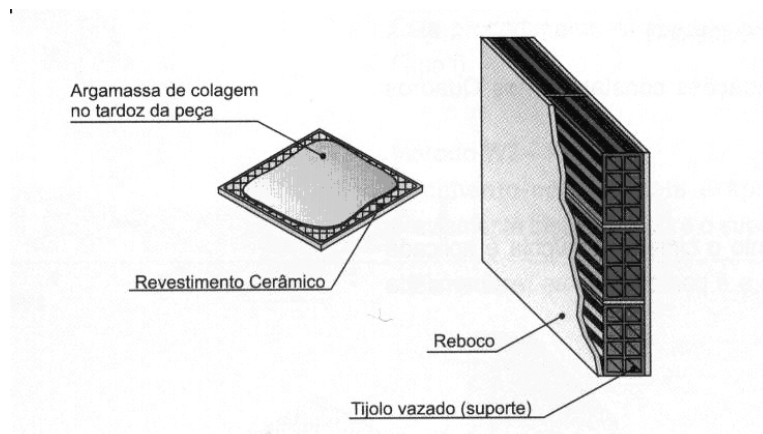


Figura 4.43 – Técnica V1 [33]

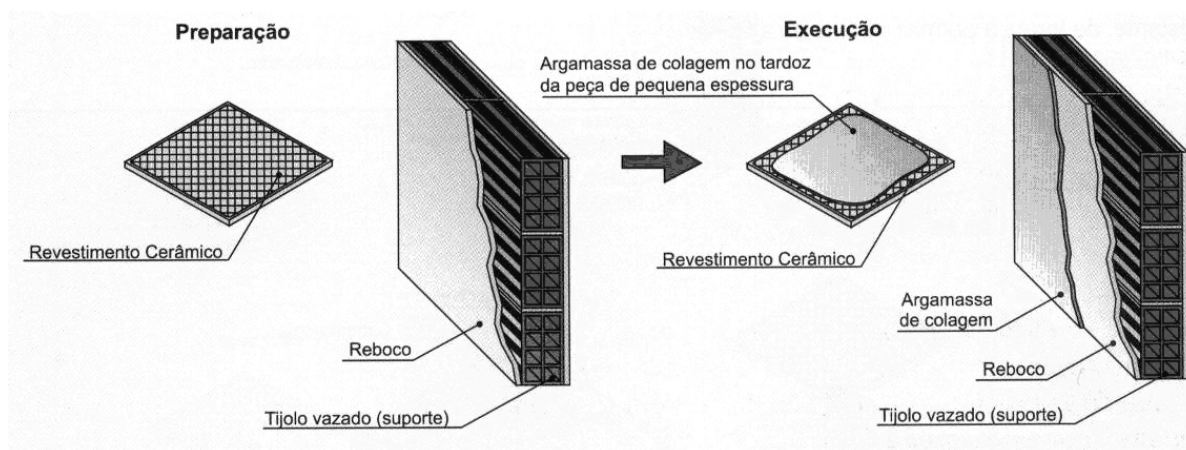


Figura 4.44 – Técnica V2 [33]

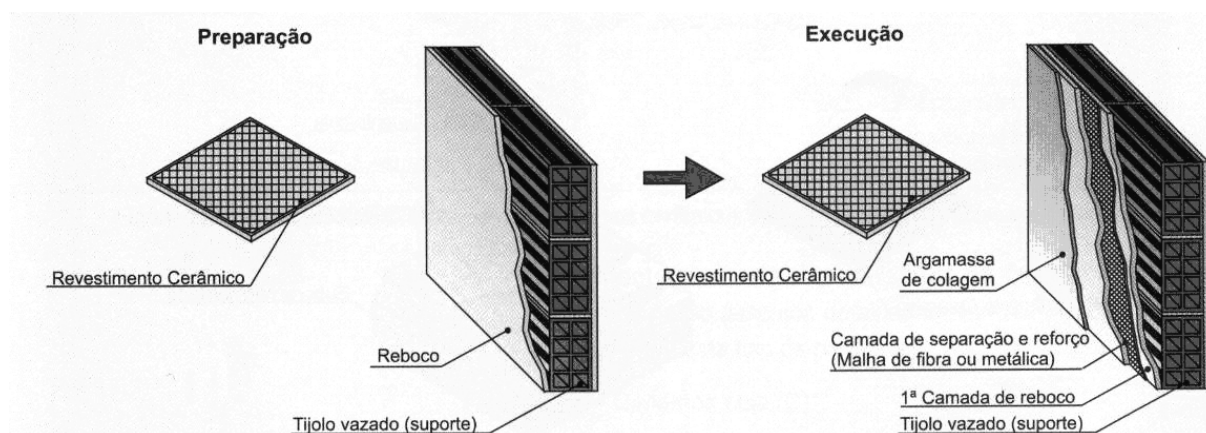


Figura 4.45 – Técnica V3 [33]

Relativamente às dimensões dos ladrilhos, há limites para revestimentos fixados por colagem com adesivos [37]:

- 2000 cm² para paredes revestidas com ladrilhos de absorção de água não superior a 0,5%;
- 300 cm² para paredes revestidas com ladrilhos de terra cota;
- 3600 cm² para paredes revestidas com ladrilhos de absorção de água superior a 0,5%.

Para uma correta aplicação e fixação dos ladrilhos devem ser seguidas as regras seguintes [23; 33]:

- Devem-se evitar as condições atmosféricas desfavoráveis (chuva, sol intenso e vento forte) e ter em conta a resistência do suporte e as condições de utilização do local;
- Em fachadas, ter o cuidado de usar colas de ligantes mistos, de forma a garantir a flexibilidade e resistência a temperaturas elevadas;
- As juntas entre peças são muito importantes porque absorvem deformações do suporte devido às variações de temperatura, amortecem tensões, melhoram a aderência e permitem a respiração do suporte;
- Utilizar as ferramentas necessárias para obter uma espessura de cola suficiente em função da peça e do suporte;
- Entre a conclusão da execução do reboco de regularização e o início dos trabalhos de revestimento devem decorrer pelo menos duas semanas com condições atmosféricas favoráveis;
- As diferenças de planeza não devem ser superiores a 3mm quando a avaliação for feita com recurso a uma régua com 2m de comprimento.

4.8.2.4. Juntas entre ladrilhos

As juntas entre ladrilhos têm como objetivo absorver as tensões que se instalem nos ladrilhos, absorver as irregularidades dimensionais com que estes sejam produzidos, estabelecer uma ligação suplementar entre os ladrilhos e a argamassa e dotar o revestimento de permeabilidade ao vapor de água.

As juntas devem ser retas e regulares e devem ser executadas com ajuda de cruzetas ou espaçadores, normalmente plásticas, de forma a garantir a largura constante das mesmas. Esses acessórios são posteriormente retirados para preenchimento da junta.

A largura das juntas é variável pois o seu valor varia consoante o tipo de revestimento cerâmico, dimensão e localização da aplicação do mesmo (exterior). As larguras variam entre 1,5mm e 11mm. Devem ser sempre realizadas as juntas com a largura adequada visto ser uma das componentes da aplicação mais importantes na aplicação de revestimentos cerâmicos.

As juntas são realizadas com argamassa tradicional de cimento e areia ou com produtos pré doseados em fábrica e devem ser limpas e preenchidas pelo menos 24 horas após o assentamento dos ladrilhos.



Figura 4.46 – Esquema de colocação dos acessórios para realização das juntas [33]

4.8.2.5. Juntas de dilatação

De modo a reduzir os riscos de deslocamento dos ladrilhos devido a movimentos entre ladrilhos e suporte, o revestimento cerâmico deve ser fracionado recorrendo a juntas de dilatação.

As juntas devem ter largura superior a 6mm e atravessar em profundidade o revestimento cerâmico, o produto de colagem e até o próprio reboco de regularização se assim for necessário.

Devem ser previstas juntas de dilatação nas seguintes situações [19]:

- Em correspondência com juntas de dilatação do edifício (estruturais);
- No contorno do revestimento cerâmico quando confine com saliências rígidas das paredes ou com revestimentos de paredes de outro tipo;
- Na transição entre materiais de suporte diferentes;
- Em zona corrente dos paramentos dos edifícios em altura: horizontalmente, ao nível de cada andar, e verticalmente espaçadas de 3 a 4,5m. Esta regra geralmente não é aplicada na prática, embora devesse ser tida em consideração.

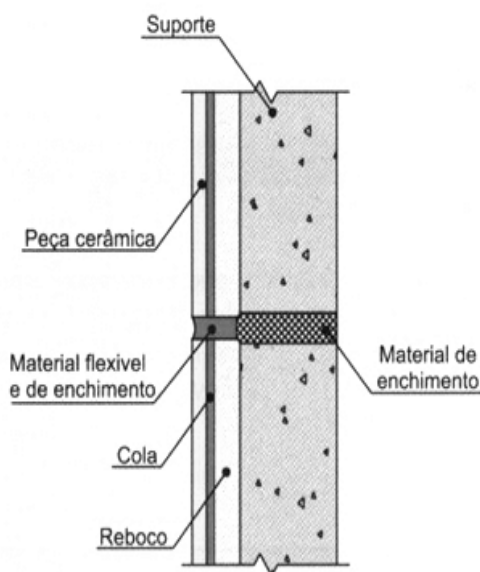


Figura 4.47 – Junta estrutural [33]

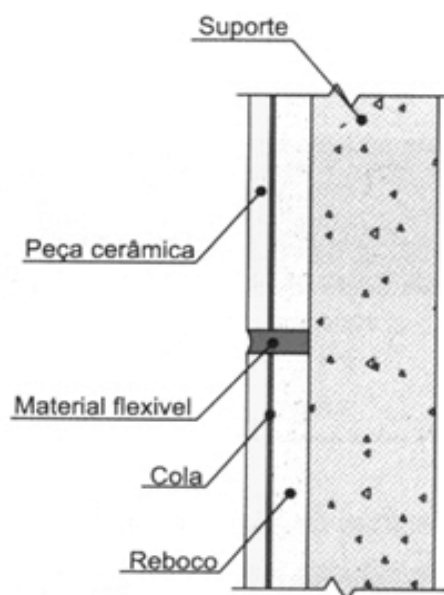


Figura 4.48 – Junta intermédia [33]

4.8.2.6. Principais disposições construtivas

Sempre que exista algum tipo de interrupção dos elementos de alvenaria ou estruturais (como por exemplo no caso da transição entre alvenaria e betão, pequenos roços, buracos ou fissuras no suporte, etc.) deve ser utilizada uma malha de fibra de vidro ou metálica entre a primeira e a segunda camada de reboco de modo a fortalecer esses elementos evitando anomalias futuras nos revestimentos cerâmicos.

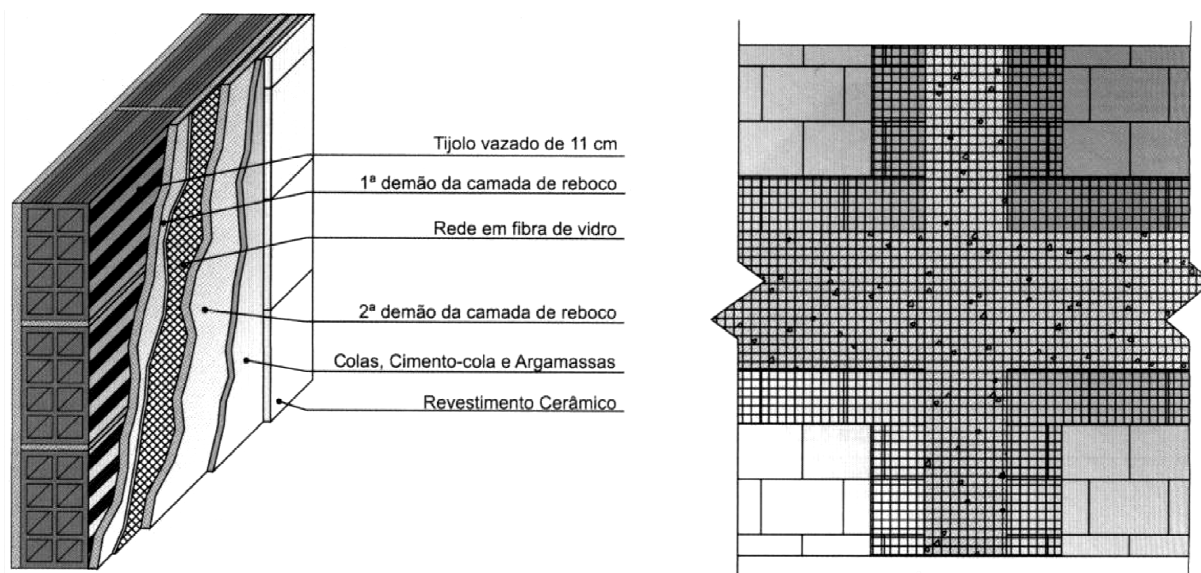


Figura 4.49 – Esquema de aplicação de malha para vencer descontinuidades estruturais [33]

Nos coroamentos, na parte superior do revestimento de fachadas, a face superior deverá ter inclinação enquanto a inferior deverá ter uma pingadeira como exemplificado na figura seguinte.

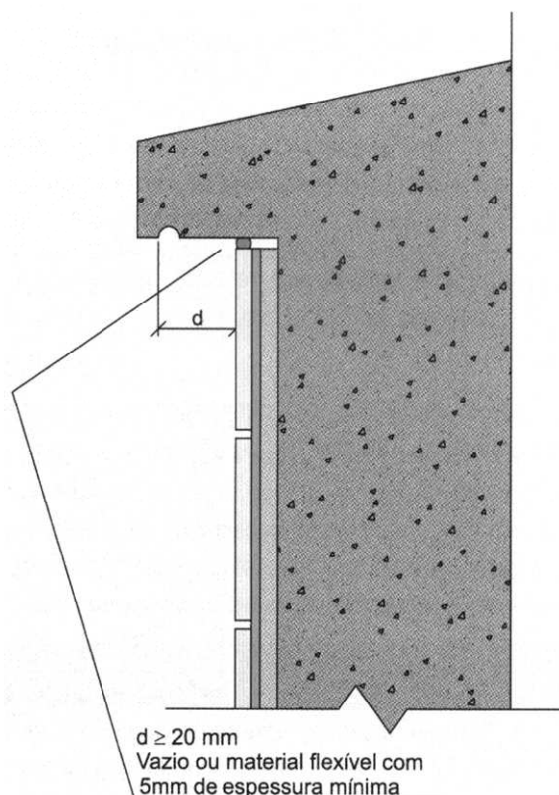


Figura 4.50 – Esquema de correta realização de um coroamento [33]

Para proteção de pontos singulares devem ser utilizados perfis de proteção, componentes pré-fabricados de plástico ou em metal e aplicados em pontos singulares do revestimento cerâmico que estejam sujeitos a ações de choque mecânico ou a tráfego intenso.

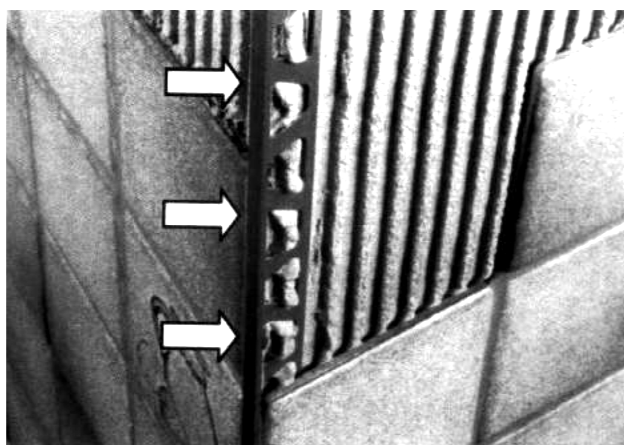


Figura 4.51 – Exemplo de proteção de um ângulo saliente de uma parede [33]

Na aplicação de revestimento cerâmico em zona curvas, a opção mais adequada recai sobre a escolha de ladrilhos retangulares, os quais deverão ser aplicados com o lado mais curto paralelo ao perímetro de curvatura, ou então na escolha de mosaicos porcelânicos com dimensões mais reduzidas de forma a adaptar-se melhor à curvatura do suporte (menos utilizado).

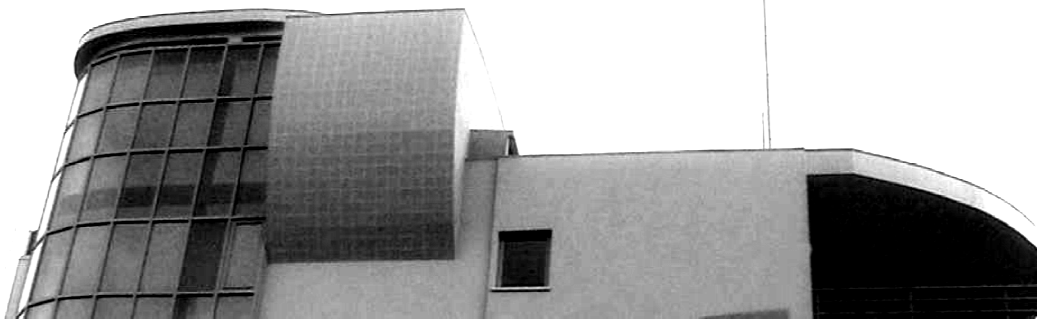


Figura 4.52 – Exemplo de aplicação de revestimento cerâmico em zona curva [33]

5

ANOMALIAS FREQUENTES EM REVESTIMENTOS EXTERIORES

5.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Este capítulo tem como principal objetivo descrever e analisar algumas das anomalias mais frequentes em alguns tipos de revestimentos correntes de modo a ajudar na interpretação da análise de anomalias durante a inspeção de edifícios.

Como já foi referido no anterior capítulo, é sabido que existe uma grande variedade de revestimentos e acabamentos aplicáveis, com características distintas. Do mesmo modo, as anomalias que ocorrem neste tipo de revestimentos são variadas, sendo que algumas afetam a generalidade dos revestimentos enquanto outras são específicas de um determinado tipo de solução.

Deste modo as anomalias podem ser divididas em anomalias de carácter geral ou em anomalias específicas de cada revestimento. Nas anomalias de carácter geral estão incluídas [41]:

- Anomalias devido à ação da humidade;
- Fendilhação em revestimentos;
- Envelhecimento e degradação dos materiais não imputáveis à humidade;
- Desajustamentos face às exigências de segurança não estrutural, higiene, saúde e conforto.

5.2. ANOMALIAS DEVIDO À AÇÃO DA HUMIDADE

A humidade é a principal causa das anomalias em revestimentos exteriores visto estes estarem diretamente expostos à água proveniente das chuvas. Porém, existem outros tipos de humidades que podem afetar a fachada, como é o caso das humidades de microcapilaridade, de condensação e ainda acidentais.

Perante revestimentos porosos com elevado coeficiente de absorção deve ter-se em consideração a influência que estes têm na infiltração de água do exterior. Nas zonas em que o revestimento seja horizontal ou com pouca inclinação, há maior tendência para a acumulação de água e consequentemente maior a possibilidade de infiltração.

As zonas críticas (aberturas construtivas, juntas, entre outras) são também mais suscetíveis de ocorrência de infiltrações, o mesmo acontece para a existência de fissuras.

Com a presença de água no solo esta tende a subir pelas paredes em contacto com o mesmo através da capilaridade dos diversos materiais. É mais relevante no estudo de paredes enterradas em contacto direto com o solo assim como no caso de paredes de pisos térreos.

As situações de humidade accidental surgem quando ocorre um fenómeno inesperado e accidental. Um exemplo de um possível acidente é a rutura de uma canalização e que se pode revelar por aparecimento de manchas de humidade quer junto ao ponto de rutura quer em outras zonas por onde a água se possa ter infiltrado. [40]

Entre as principais degradações dos materiais de revestimento e acabamento de paredes exteriores que a humidade pode originar, eventualmente associada a outros agentes, destacam-se as seguintes [41]:

- Formação de eflorescências ou de criptoflorescências;
- Desenvolvimento de vegetação (por exemplo, algas, líquenes e musgos) e de fungos;
- Amolecimento de certos revestimentos e acabamentos por pintura;
- Degradação de rebocos fracos, antigos, muitas vezes pela aplicação de novos revestimentos por pintura de muito reduzida permeabilidade ao vapor de água (por exemplo tinta de areia);
- Empolamento de reboco e eventual destacamento localizado, devido ao ataque da argamassa por sulfatos solúveis na água, em consequência da presença prolongada de água no suporte;
- Empolamento do revestimento por pintura devido a insuficiente permeabilidade ao vapor de água proveniente das paredes e fraca aderência ao suporte;
- Alterações de aspeto e cor.

As eflorescências são exsudações de sais minerais solúveis em água (geralmente sulfatos alcalinos) que cristalizam nos paramentos dos elementos de construção originando manchas normalmente de cor esbranquiçada. Para que este tipo de anomalias ocorra é necessário que inicialmente ocorra dissolução dos sais solúveis (presentes nos materiais de construção) pela água (retida nos poros dos materiais ou humidade do terreno). Seguidamente, haja migração da água com sais em dissolução dos poros dos materiais para o paramento do edifício. Por fim, ocorra evaporação superficial da água, com cristalização dos sais dissolvidos.

A criptoflorescência acontece quando a cristalização dos sais carregados pela água se dá abaixo da superfície do paramento, provocando a desagregação da camada superficial devido ao aumento de volume. Na figura seguinte é possível observar a formação de eflorescência e criptoflorescência.

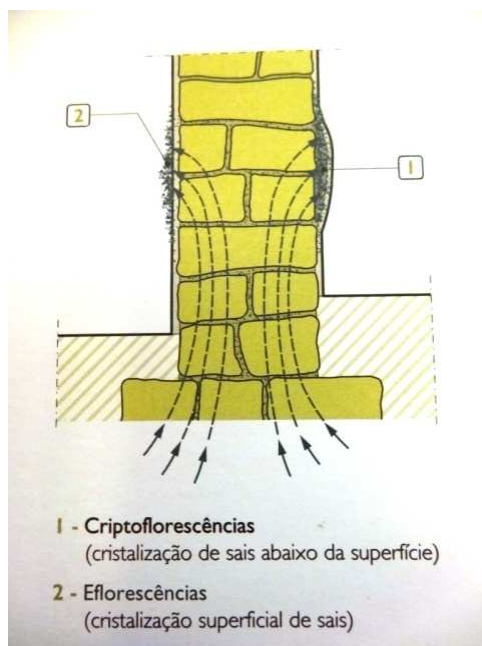


Figura 5.1 – Mecanismo de formação de eflorescências e criptoflorescências [41]

O desenvolvimento de vegetação e de bolores ou de outros fungos deve-se normalmente à criação de condições de humidade permanente em determinadas zonas dos revestimentos devido à absorção de água da chuva que demora a secar.



Figura 5.2 – Desenvolvimento de vegetação em parede degradada [41]

Determinados tipos de revestimento como rebocos e pinturas expostos a condições de humidade constantes podem começar a deteriorar-se com uma perda de coesão e amolecimento, diminuindo a sua resistência, podendo originar rutura ou destacamento dos revestimentos.

O empolamento e o destacamento do reboco, ou apenas do revestimento por pintura, ocorrem devido à formação de convexidades em grandes áreas do revestimento ou em áreas localizadas. Este tipo de anomalia é normalmente seguido por fendilhações e queda do próprio revestimento como é demonstrativo na figura seguinte.



Figura 5.3 – Empolamento e destacamento de camada de acabamento de reboco [41]

5.3. FENDILHAÇÃO EM REVESTIMENTOS

A fendilhação em revestimentos tradicionais de ligantes hidráulicos é normalmente originada por retrações exageradas nos próprios revestimentos devido à retração de secagem inicial da argamassa ou a posteriores alternâncias de humedecimento-secagem e caracteriza-se por um padrão de fendas sem orientação preferencial e de pequena largura presentes em praticamente toda a superfície da parede.



Figura 5.4 – Fendilhação de reboco devido a retração [41]

Como já foi referido no capítulo 4 respetivamente ao reboco, este tipo de fendilhação ocorre devido à utilização de argamassas demasiado ricas em cimento, ou com areias argilosas, ou ainda com a constituição inapropriada do revestimento com camadas de espessura exagerada ou não respeitando também os intervalos de tempo entre aplicações de diversas camadas.

A fendilhação em revestimentos exteriores também pode ocorrer devido a deformações e anomalias do próprio suporte, apresentando os seguintes tipos de fendilhação:

- Fendas inclinadas, em escada, de largura significativa, devido a assentamentos diferenciais das fundações, ou, em geral, devido a deformação dos elementos de apoio das paredes (vigas ou lajes) (Figura 5.5);
- Fendas ao longo da junção de materiais de suporte diferentes (Figura 5.6), devido a variações dimensionais diferenciais por alteração do teor de água ou da temperatura dos materiais de suporte diferentes, embora revestidos em continuidade;
- Fendas verticais ou inclinadas que se desenvolvem a partir dos ângulos dos vãos devido a concentrações de cargas nas paredes.



Figura 5.5 – Fendilhação em escada [41]



Figura 5.6 – Fendilhação devido a variações dimensionais de origem térmica [41]

A fendilhação também pode ocorrer em revestimentos por elementos cerâmicos aplicados por colagem e pode ocorrer devido, por exemplo, ao incorreto dimensionamento e execução das juntas entre ladrilhos ou pelo não esquartelamento dos revestimentos com painéis de dimensões limitadas com base nas disposições construtivas.

5.4. ENVELHECIMENTO E DEGRADAÇÃO DOS MATERIAIS NÃO IMPUTÁVEIS À HUMIDADE

As anomalias referidas a seguir podem ter um caráter geral, mas é nos revestimentos de paredes exteriores que têm maior ocorrência devido aos mesmos estarem sujeitos, maioritariamente, aos principais agentes de deterioração, agentes atmosféricos e poluição.

A degradação dos revestimentos tradicionais de ligantes hidráulicos ou aéreos pode ocorrer devido à insuficiente resistência mecânica perante os agentes atmosféricos (por exemplo o vento) e ações de choque acidentais ou não previstas. Como já foi referido também pode ainda ocorrer devido à perda de aderência e desagregação na sequência da sua fendilhação devido a retrações.

O destacamento de porções de reboco executado recentemente ocorre devido à falha de aderência inicial entre reboco e suporte por a retração do reboco ter provocado a rutura por corte do tosco da parede ou das camadas subjacentes de reboco antigo. Este fenómeno acontece devido ao reboco ser demasiado forte para o suporte e de não terem sido asseguradas melhores condições de ligação ao tosco da parede. [41]



Figura 5.7 – Destacamento de reboco por falta de aderência inicial [41]

Em revestimentos de paramentos constituídos por peças descontínuas (azulejos, ladrilhos, etc.) podem ocorrer fenómenos de retração nas camadas subjacentes, elevadas tensões de corte ou de insuficiente resistência mecânica dos materiais originando assim perda de aderência e desprendimento de ladrilhos ou componentes equivalentes.

As alterações de aspeto e cor dos revestimentos como alterações de brilho, descoloração, manchas inestéticas de sujidade, formação de bolhas, degradações nos sistemas de pintura, entre outras, ocorrem não só devido aos fatores relacionados com a humidade mas também com os fatores inerentes ao envelhecimento e degradação dos materiais constituintes dos revestimentos.

5.5. DESAJUSTAMENTOS FACE ÀS EXIGÊNCIAS DE SEGURANÇA NÃO ESTRUTURAL, HIGIENE, SAÚDE E CONFORTO

As exigências funcionais dos revestimentos de paredes exteriores já foram abordadas e desenvolvidas no Capítulo 3, assim, apenas é referido neste capítulo um breve resumo das principais exigências referentes a anomalias por inadequabilidade do revestimento.

No que diz respeito à segurança ao incêndio, refere-se que os revestimentos devem ser realizados com materiais de classe de reação ao fogo adequada (3.3.1.2.).

Para maior segurança ao uso normal, os revestimentos com excessiva rugosidade ou com arestas cortantes ao alcance das pessoas devem ser evitados, tal como também deve ser evitada aplicação de tintas compostas por produtos tóxicos, suscetíveis de serem arrancados e ingeridos por crianças (3.3.1.3.).

Também é importante a adequabilidade de um dado revestimento consoante o local de aplicação, exemplo disso é um edifício escolar em que normalmente até uma altura de 1,5m estes sofrem frequente ações mecânicas e de deterioração que não foram considerados na seleção do tipo de revestimento, o que pode originar anomalias e desgaste mais rápidos.

5.6. ANOMALIAS FREQUENTES EM REBOCOS TRADICIONAIS DE LIGANTES HIDRÁULICOS

Determinado tipo de anomalias podem surgir quer imediatamente após a realização destes revestimentos quer a longo prazo. De seguida são apresentadas as anomalias mais frequentes e relevantes para os rebocos tradicionais.

Anomalias devido à ação da humidade [23; 44] (algumas também já referidas anteriormente neste capítulo):

- Formação de eflorescências ou de criptoflorescências (figura 5.1);
- Desenvolvimento de vegetação parasitária (figura 5.2);
- Desenvolvimento de fungos;
- Amolecimento do revestimento;
- Desagregação de rebocos fracos;
- Alterações de cor e de aspeto.

Anomalias de fendilhação:

- Retração de argamassas demasiado ricas ou com espessuras demasiado elevadas (figura 5.4);
- Não cumprimento dos tempos de secagem recomendados;

- Assentamento dos suportes das paredes ou assentamento diferenciado das fundações (figura 5.5);
- Concentração de cargas nos nêmbos das paredes conduzindo a fissuras verticais ou inclinadas a partir dos ângulos dos vãos;
- Fendas ao longo de materiais de suporte diferentes (figura 5.6).

Anomalias por empolamento:

- Empolamento do reboco devido ao ataque da argamassa pelos sulfatos solúveis na água, em consequência da presença prolongada de água no suporte (figura 5.3);

Anomalias por destacamento:

- Queda de porções localizadas com zonas de paredes que permaneçam prolongadamente húmidas, na sequência do fenómeno do empolamento devido ao ataque da argamassa pelos sulfatos solúveis na água;
- Queda de porções ou da totalidade do reboco por falta de aderência ao suporte (figura 5.7).

5.7. ANOMALIAS FREQUENTES EM REBOCOS NÃO TRADICIONAIS DE LIGANTES HIDRÁULICOS

Neste tipo de revestimento pode ocorrer fendilhação do suporte se o suporte tiver reduzida resistência mecânica, que juntamente com a aplicação de revestimento com resistência mecânica elevada ou de retração e rigidez elevadas, acaba por originar este género de fendilhação do suporte.

A fendilhação do suporte e também as deformações dos elementos estruturais transmitidas às alvenarias revestidas pode originar abertura de fendas em correspondência com as fendas do suporte ou nas ligações entre suportes de natureza diferente.

À semelhança dos rebocos tradicionais de ligantes hidráulicos, estes revestimentos também estão sujeitos ao fenómeno de eflorescências já anteriormente descrito.

As possíveis manchas que vão surgindo no revestimento ao longo do tempo devem-se à heterogeneidade de cor e textura que resulta das diversas condições de amassadura e de aplicação que não são constantes ao longo das sessões de aplicação do revestimento. [44]

5.8. ANOMALIAS FREQUENTES EM REVESTIMENTOS CERÂMICOS

Nos revestimentos cerâmicos independentes as anomalias normalmente associadas são a quebra e eventual queda de ladrilhos ou também a deterioração da estrutura de suporte. Estas anomalias podem dever-se a causas fortuitas (por exemplo, ocorrência de um choque ou vandalismo) ou à escolha ou dimensionamento inadequados dos elementos de fixação. No primeiro caso, a anomalia afeta geralmente apenas uma área localizada do revestimento enquanto no segundo caso há uma grande probabilidade de a anomalia se propagar a uma área maior ou mesmo a todo o paramento revestido, no caso de não serem tomadas medidas para corrigir a anomalia. A deterioração da estrutura de suporte é originada pela entrada de água pelo tardo do revestimento, levando à corrosão dos elementos de fixação no caso de uma estrutura metálica, ou ao desenvolvimento de fungos da podridão no caso de estruturas de madeira não tratadas. [42]



Figura 5.8 – Exemplo de corrosão de elementos de fixação embora em outro tipo de revestimento [41]

No que respeita ao aparecimento de anomalias em revestimentos cerâmicos colados, as mais habituais são o descolamento e a fissuração. No entanto, há muitas outras anomalias bastante complexas que podem afetar o desempenho deste tipo de revestimentos, nomeadamente no que diz respeito ao aspeto (enodoamento, eflorescências, desgaste excessivo, alteração da cor, deterioração das juntas, etc.) e à segurança na utilização (falta de planeza, falta de aderência, etc.). [40]

Deste modo, as anomalias mais frequentes para revestimentos cerâmicos colados são

- Descolamento/desprendimento;
- Fissuração;
- Formação de crateras;
- Esmagamento ou lascagem dos bordos dos ladrilhos;
- Desgaste ou riscagem;
- Enodoamento irreversível;
- Alteração da cor ou de brilho;
- Formação de eflorescências;
- Deficiência de planeza;
- Fendilhação ou descamação do vidro.

O descolamento representa grande parte das anomalias referentes aos revestimentos cerâmicos. Esta anomalia é a que coloca mais riscos em termos de segurança, pois ao ocorrer descolamento dos elementos cerâmicos, estes poderão desprender-se da parede e atingir os utentes dos espaços ou da via pública. Além da segurança, o descolamento também afeta o suporte, permitindo que a penetração da água no paramento fique facilitada. Uma vez que os revestimentos cerâmicos têm baixa permeabilidade ao vapor de água, a restituição ao exterior da água infiltrada é difícil, acabando por aumentar assim o tempo de humedecimento do suporte originando a sua rápida degradação. [41]



Figura 5.9 – Descolamento de ladrilhos [40]



Figura 5.10 – Alteração de aspeto de ladrilhos devido a escorrimientos de material de preenchimento de juntas

Quando existem variações térmicas ou de humidade gera-se um estado de tensões internas, que podem ultrapassar o limite de resistência das placas do revestimento, causando fissuração.

A fissuração, regra geral, está associada a movimentos do suporte, onde existe incompatibilidade do produto de colagem, com a resistência à tração do ladrilho cerâmico e com a dimensão das juntas.

A fissuração pode ocorrer ao nível do vidro do ladrilho (figura 5.12), pode atravessar toda a espessura do ladrilho cerâmico ou pode ainda dar-se no seio do produto de preenchimento das juntas [42].



Figura 5.11 – Fissuração do vidrado de um ladrilho cerâmico

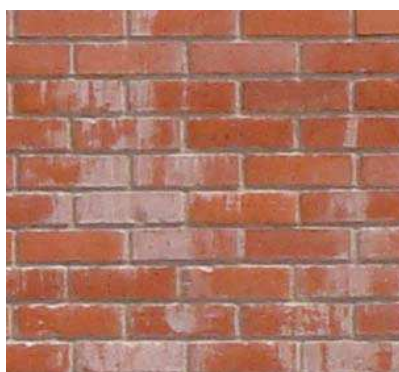


Figura 5.12 – Eflorescências em revestimentos cerâmicos [40]

No quadro seguinte estão apresentadas em síntese as anomalias mais frequentes neste tipo de revestimento, assim como os seus sintomas e causas.

Quadro 5.1 – Principais anomalias em revestimentos cerâmicos colados [41]

	Anomalias	Sintomas	Causas
Deficiências dos Ladrilhos	Eflorescências	Manchas esbranquiçadas à superfície dos ladrilhos	<ul style="list-style-type: none"> - presença de sais solúveis das matérias primas - contaminação por gases sulfurosos do forno ou de cinzas dos combustíveis, durante a cozedura ou a secagem
	Crateras	Crateras à superfície dos ladrilhos com um ponto branco no fundo	<ul style="list-style-type: none"> - expansão por hidratação de partículas de óxido de cálcio
	Fissuração do vidrado	Fissuras afetando o vidrado, que se entrecruzam em forma de rendilhado	<ul style="list-style-type: none"> - coeficiente de dilatação térmica do vidrado superior, ou não inferior, ao da base do ladrilho - contração dos produtos cimentícios de assentamento dos ladrilhos - choque térmico

Deficiências dos Produtos de Preenchimento das Juntas	Enodoamento	Manchas de produtos enodoantes	<ul style="list-style-type: none"> - textura superficial favorecendo a retenção de sujeira - poros à superfície favorecendo a retenção de sujeira
	Fissuração	Fissuras no seio do produto, afetando toda a profundidade da junta	<ul style="list-style-type: none"> - retração de secagem inicial do produto de preenchimento da junta - contrações e expansões cíclicas do produto devidas a variações termo-higrométricas - extensões de rutura, em tração ou compressão, insuficientes
	Descolamento dos bordos	Abertura de uma fissura entre o produto e os bordos do ladrilho	<ul style="list-style-type: none"> - aderência insuficiente do produto de preenchimento de juntas aos bordos dos ladrilhos - inadequação da granulometria ou da consistência do produto à largura ou à profundidade da junta - relação inadequada largura/profundidade da junta
	Desprendimento	Descolamento do produto dos bordos do ladrilho e do fundo da junta, soltando-se de seguida	<ul style="list-style-type: none"> - evolução dos fenómenos que dão origem aos tipos de anomalias anteriormente descritos - expansão do produto de preenchimento
Deficiências Correntes em Ladrilhos em Uso	Enodoamento	Alteração inestética da cor das juntas ou do aspeto dos ladrilhos	<ul style="list-style-type: none"> - absorção e retenção de produtos enodoantes no material da junta - escoamento do produto por deficiente formulação
	Descolamento	Perda de aderência relativamente ao suporte, com ou sem empolamento	<ul style="list-style-type: none"> - movimentos diferenciais suporte-revestimento - aderência insuficiente entre camadas de revestimento - ausência de juntas elásticas no contorno do revestimento - deficiências do suporte (deficiências de limpeza, planeza e porosidade)
	Fissuração	Fissuras que atravessam toda a espessura dos ladrilhos	<ul style="list-style-type: none"> - fendilhação do suporte - movimentos diferenciais suporte-revestimento

		<ul style="list-style-type: none"> - contração ou expansão do produto de assentamento - choque em ladrilhos mal assentes - rutura por flexão em ladrilhos mal assentes
Esmagamento ou lascagem	Bordos dos ladrilhos esmagados ou lascados	- movimentos diferenciais suporte-revestimento que resultam em compressão nos ladrilhos
Enodoamento prematuro	Manchas de produtos enodoantes	<ul style="list-style-type: none"> - seleção inadequada dos ladrilhos - abertura de poros na superfície dos ladrilhos, em consequência de desgaste ou de ataque químico
Riscagem ou desgaste prematuro	Zonas evidenciando riscagem, desgaste ou desaparecimento do vidrado dos ladrilhos	<ul style="list-style-type: none"> - seleção inadequada dos ladrilhos - abertura de poros na superfície dos ladrilhos, em consequência de desgaste ou de ataque químico
Alteração de cor	Alteração localizada da cor inicial dos ladrilhos	- ataque químico
Desprendimento do vidrado	Crateras rodeadas por fissuras concêntricas	- seleção inadequada dos ladrilhos
Deficiências de planeza	Zonas evidenciando deficiências de planeza	<ul style="list-style-type: none"> - irregularidade de superfície do suporte que o produto de assentamento não conseguiu disfarçar - incumprimento das regras da qualidade sobre planeza geral ou localizada da superfície a revestir - empeno dos ladrilhos
Eflorescências	Manchas esbranquiçadas na face útil dos ladrilhos	- cristalização na superfície dos ladrilhos de sais transportados pela água

Perante o que foi referido anteriormente, conclui-se que a maior parte das anomalias mais correntes neste tipo de revestimento é devida, essencialmente, a deficiências ao nível da conceção e realização em obra. Assim, é necessário cumprir com o que foi exposto no capítulo anterior sobre os revestimentos cerâmicos e sua aplicação (4.8.2.).

5.9. ANOMALIAS FREQUENTES EM REVESTIMENTOS DE PEDRA NATURAL

A utilização de pedra natural em paredes exteriores tem vindo a aumentar em Portugal, sendo necessário perceber quais as suas anomalias frequentes de modo a poderem ser evitadas.

As anomalias mais graves deste tipo de revestimento são a queda ou fratura das placas que podem originar graves danos quer em materiais quer no ser humano devido à dimensão e peso que estas placas normalmente têm. Estas anomalias podem ocorrer devido às seguintes causas [41]:

- Inadequada seleção dos sistemas de fixação, optando-se muitas vezes por colagem direta ao suporte ou por um sistema de fixação com resistência insuficiente em detrimento de uma fixação mecânica;
- Proteção insuficiente dos elementos de fixação que ficam expostos aos agentes agressivos (por exemplo, corrosão);
- Elementos de tamanho desadequado e de fraca qualidade/acabamento;
- Juntas entre placas com dimensões reduzidas, o que geralmente origina que as placas suportem o peso umas das outras.

As anomalias que mais afetam este tipo de revestimento são:

- Desgaste;
- Sujidade;
- Fendilhação e fracturação;
- Eflorescências;
- Colonização biológica.

As placas de pedra natural, sendo elementos naturais, estão também sujeitas aos agentes de deterioração, sendo o mais preocupante a chuva. A chuva origina a dissolução da pedra, principalmente dos calcários, fazendo com que os paramentos fiquem rugosos e evidenciem algumas estruturas sedimentares nela existente. Esta anomalia é praticamente estética e se a taxa de degradação se mantiver baixa, a função estrutural da pedra não estará em risco.

Tal como a chuva, também a poluição ambiental pode originar anomalias através da deposição de diversos componentes estranhos (ferros, partículas carbonosas, etc.) que podem originar a formação de crostas e, posteriormente, causar a degradação do revestimento.

A fendilhação e a fracturação das placas de pedra natural podem ser causadas por diversas ações mecânicas:

- Cargas excessivas;
- Oxidação de chumbadouros de ferro;
- Temperaturas excessivas por ocasião de incêndios;
- Choques acidentais violentos;
- Vandalismo;
- Movimentos de natureza estrutural de paredes e fundações.

Consoante a intensidade e o período de duração das causas referidas, este tipo de anomalia (fendilhação e fracturação) poderão ser mais ou menos graves, sendo em último caso anomalias que podem originar situações de risco de estabilidade para a própria pedra e suporte.



Figura 5.13 – Fratura de placas de pedra natural [41]

No que às eflorescências diz respeito, esta ocorre ocasionalmente em placas de pedra natural visto as mesmas terem uma baixa porosidade. Quando esta anomalia ocorre traduz-se por formação e destacamento de placas superficiais e degradação sob a forma de areia ou pó, arenização e pulverização, respetivamente.

A colonização biológica ocorre na superfície da pedra ou sob essa superfície e nutre-se pelas vezes que os sais e as matérias orgânicas são extraídas do próprio material a que se fixa podendo originar ataques químicos e físicos à pedra, assim como diminuir a sua qualidade estética. Este tipo de colonização normalmente desenvolve-se através de fungos, algas, líquenes e musgos sob condições ideais de humidade e luz.



Figura 5.14 – Desenvolvimento de colonização biológica em placas de granito

5.10. ANOMALIAS FREQUENTES EM REVESTIMENTOS POR PINTURA

As manifestações de anomalias em revestimentos de pintura podem ocorrer em duas fases distintas, após a aplicação do revestimento e durante a sua utilização. No entanto, antes da utilização de qualquer produto de pintura, deve-se ter o cuidado de verificar se o mesmo se encontra em condições de ser utilizado. [40]

À semelhança dos restantes tipos de revestimento, os revestimentos por pintura também são bastante influenciados pela adequada formulação do sistema e aplicação. Nos casos em que isso não acontece é corrente o aparecimento de diferentes anomalias devido às seguintes causas [41]:

- Uso de produtos de má qualidade, incluindo tinta inadequada;
- Incompatibilidade entre produtos aplicados;
- Preparação inadequada e incorreta das superfícies;
- Espessura seca inferior à recomendada;
- Condições adversas de temperatura e humidade durante a aplicação;
- Processo de aplicação inadequado;
- Falta de aderência à base;
- Acesso da humidade à base de aplicação;
- Degradação da base não imputável à ação da humidade (porosidade excessiva, fendilhação, etc.);
- Ação dos agentes atmosféricos, em particular dos agentes poluentes.

As anomalias que podem ocorrer após a aplicação deste tipo de revestimento são [40; 45]:

- Bicos de alfinete – surge na camada superficial do revestimento, onde figuram pequenos orifícios na superfície da tinta que podem facilitar a entrada de água para o suporte. Ocorre devido à rápida evaporação do solvente em simultâneo com a diminuição da temperatura do processo químico;
- Casca de laranja – aspeto irregular do revestimento e ocorre devido à rutura da superfície como consequência da incapacidade de nivelamento do filme, provocada pela sua viscosidade e uma evaporação do solvente;
- Enrugamento – formação de rugas na película durante a secagem devido a uma secagem rápida da camada superior da pintura que possui uma dilatação superior à da camada inferior, afetando assim a impermeabilidade e o desempenho do revestimento;
- Escorridos – irregularidades locais da espessura da película devido ao escorrimento da tinta em paramentos verticais ou inclinados;
- Exsudação – manchas e alteração da cor devido à difusão de constituintes de camadas anteriormente aplicadas na superfície do revestimento;
- Flutuação da cor – variação da cor devido à separação de um ou mais pigmentos constituintes da tinta que quando aplicados se separam originando uma cor heterogénea;
- Formação de crateras – formação de depressões devido à presença de elementos estranhos na base que ficam geralmente retidos no centro da cratera;
- Marcas de trincha – formação de estrias aproximadamente retilíneas e paralelas que podem aparecer à superfície da película e permanecem após secagem.



Figura 5.15 – Pintura escorrida [40]



Figura 5.16 – Pintura Enrugada [40]

Para além das anomalias após a realização de revestimento por pintura, ocorrem outras anomalias durante a utilização do mesmo ao longo do tempo, das quais se destacam:

- Amarelecimento – desenvolvimento de uma cor amarela ao longo do tempo sobre o revestimento. Ocorre devido à ação dos agentes atmosféricos (radiação solar, temperatura, humidade, etc.) sobre o ligante do produto alterando a sua cor. As tintas de ligantes oleosos e alquídicos estão mais suscetíveis a este tipo de anomalias;
- Descoloração – perda parcial de cor da película de revestimento devido a perda da matéria corante do revestimento devido ao processo de envelhecimento, às características do produto aplicado e aos agentes atmosféricos. Tem maior frequência em pinturas de cores vivas como amarelos, laranjas, verdes, etc.;
- Manchas – as manchas da pintura podem ocorrer devido a diversos fatores, sendo os principais os agentes atmosféricos (vento, chuva e outros, que podem fazer alojar pó e outros materiais no revestimento), a porosidade do material de revestimento, heterogeneidade da base de aplicação e um teor de água do suporte elevado;
- Destacamento – perda de aderência do revestimento ou separação espontânea da película de pintura da sua base de aplicação por falta de aderência. Ocorre devido a excesso de humidade na base, presença de partículas não aderentes e sujidades, inadequada preparação da base, não aplicação de primário, incompatibilidade física, química e mecânica entre o produto de pintura e a base de aplicação ou condições de exposição severas;
- Pulverulência – aparecimento de uma poeira fina pouco aderente à superfície, proveniente da erosão do ligante devido à ação dos agentes atmosféricos;
- Eflorescências – idêntico ao que já foi referido em 5.2. e na figura 5.1;
- Fissuração – ao nível da base de aplicação, ocorre pelas mesmas causas que os rebocos (variações dimensionais, deformações estruturais, formação de gelo nos poros, etc.). Ao nível da película de pintura ocorre devido a sistemas de pintura inadequados, incompatibilidade química, física e mecânica com a base de aplicação, condições de aplicação desfavoráveis ou aplicação inadequada;
- Empolamentos – aparecimento de bolhas no revestimento de pintura devido à perda de aderência localizada. Esta anomalia é causada principalmente pela humidade na base devido a possíveis defeitos de construção ou pela aplicação com elevada humidade ou temperatura.
- Desenvolvimento de musgo, fungos e bactérias – ocorre quando estão presentes determinadas condições atmosféricas: humidade elevada, ausência de radiação solar e de ventilação e o revestimento possuir uma cor clara. Em zonas marítimas é bastante frequente este género de anomalia, devendo ser a escolha da tinta um processo rigoroso.



Figura 5.17 – Pintura degradada devido a envelhecimento natural [41]



Figura 5.18 – Destacamento de revestimento por pintura [41]



Figura 5.19 – Empolamento de revestimento por pintura [41]

De acordo com o que foi referido anteriormente, no quadro seguinte é apresentado um breve resumo das anomalias e causas de carácter geral mais correntes nos revestimentos por pintura:

Quadro 5.2 – Anomalias e causas mais frequentes em revestimentos por pintura [40]

Fissuração	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Produto mal formulado ▪ Revestimento duro e quebradiço aplicado sobre substrato sujeito a variações dimensionais, ou sobre outro revestimento mais macio
Empolamento	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Deficiente preparação da base ▪ Humidade relativa e temperatura elevadas durante a aplicação e secagem ▪ Bases húmidas e revestimentos impermeáveis
Destacamento	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Falta de aderência, nomeadamente, por incompatibilidade com o material da base ▪ Teor de água elevado do suporte ▪ Eflorescências ▪ Deficiente preparação da base
Pulverulência	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ação dos agentes atmosféricos
Saponificação	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dissolução do ligante
Manchas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Teor de água do suporte elevado ▪ Heterogeneidade do suporte
Perda/Alteração de Cor	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ação dos agentes atmosféricos ▪ Ataque químico ▪ Utilização de pigmentos inadequados a exposição no exterior

Tendo em conta todas as possíveis anomalias descritas e também as mais frequentes de ocorrerem, é possível concluir que a escolha adequada da tinta em função da sua localização de aplicação, exposição aos agentes atmosféricos, correta aplicação, adequada compatibilidade entre película de pintura e a base de aplicação e boas características do suporte e base, são fundamentais para uma boa durabilidade do sistema de pintura sem grande necessidade de intervenção/manutenção.

6

METODOLOGIA DE ESTUDO

6.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A metodologia adotada para o estudo da durabilidade de revestimentos de paredes exteriores, consiste em analisar os revestimentos em função do seu estado de deterioração e degradação ao longo da sua vida útil, recorrendo ao preenchimento de uma ficha de inspeção nos edifícios estudados.

Para avaliar estes critérios foi elaborada uma ficha de inspeção para auxiliar no trabalho de campo de forma a facilitar a recolha dos dados necessários para uma posterior análise e tratamento dos mesmos.

A ficha de inspeção é preenchida com as informações obtidas através da observação visual e também com informação complementar cedida pelos responsáveis técnicos e de manutenção dos edifícios em estudo.

A análise efetuada procura incidir sobre os diferentes tipos de revestimentos de paredes exteriores que se encontram aplicados nos edifícios de forma a abranger os diversos revestimentos e simultaneamente os mais correntes.

Para o trabalho de campo e análise ser mais rigoroso foi de elevado interesse a apropriada escolha dos edifícios alvos deste estudo de modo a conseguir obter informações sobre possíveis intervenções técnicas nos mesmos, assim como frequentes anomalias, tipo de manutenção e outras informações. Nesta seleção de edifícios procurou-se também que posteriormente fosse possível fazer uma comparação entre o estado de deterioração de revestimentos idênticos aplicados em diferentes edifícios. Assim, decidiu-se selecionar três edifícios públicos como objetos de estudo. Esses edifícios são a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, a Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto e o Hospital de São João, igualmente do Porto.

Desta forma, pode concluir-se que a escolha dos edifícios foi motivada pelos seguintes fatores:

- Edifícios públicos;
- Revestimentos correntes;
- Possibilidade de comparação de revestimentos idênticos aplicados em edifícios diferentes;
- Facilidade de acesso à zona envolvente dos paramentos exteriores;
- Facilidade na obtenção de informação útil.

6.2. DESCRIÇÃO DA AMOSTRA DOS EDIFÍCIOS ESTUDADOS

6.2.1. FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

A Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP) é um edifício universitário relativamente recente, que foi concluído no ano 2000. Devido à sua dimensão, alguns revestimentos exteriores foram aplicados algum tempo antes do que outros.

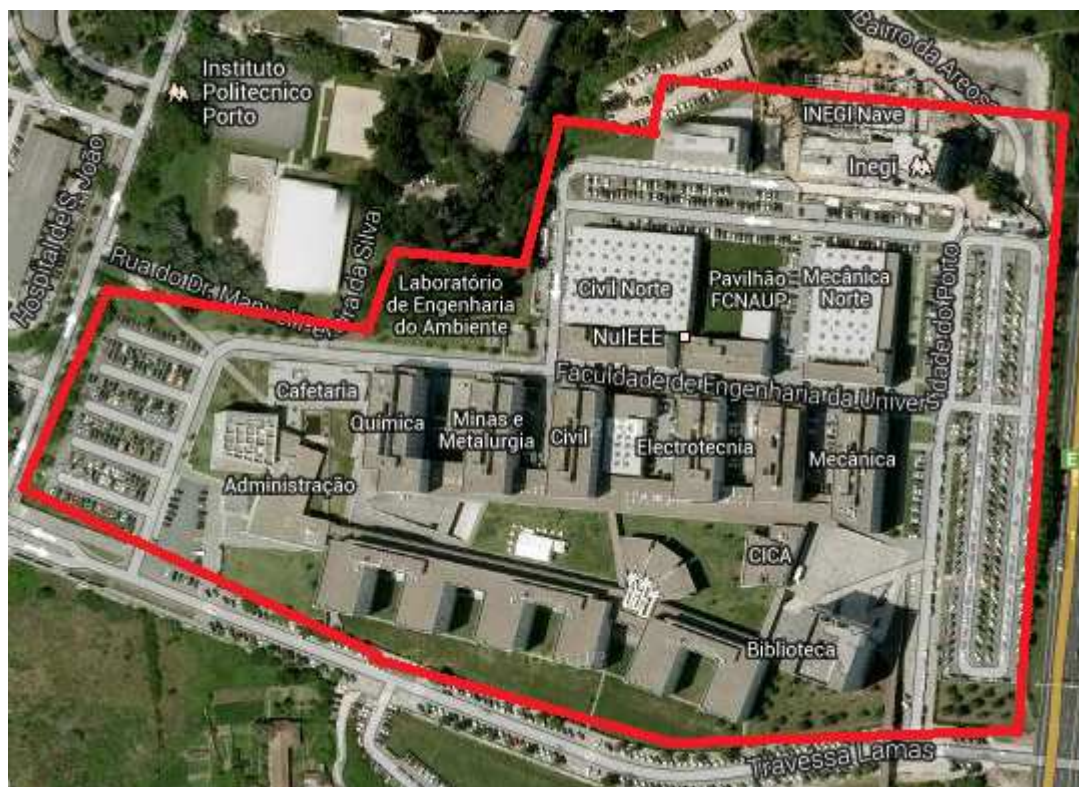


Figura 6.1 – Fotografia aérea da FEUP

A FEUP é constituída por 22 edifícios descritos no seguinte quadro:

Quadro 6.1 – Edifícios constituintes da Faculdade de Engenharia

Edifício	Designação
A	Administração
B	Aulas
C	Biblioteca
D	CICA
E	Química
F	Minas e Metalurgia
G	Civil
H	Civil Norte

I	Eletrotecnia
J	Eletrotecnia Norte
K	Pavilhão FCNAUP
L	Mecânica
M	Mecânica Norte
N	Garagem
O	Cafetaria
P	Cantina
Q	Central de Gases
R	Laboratório de Eng. do Ambiente
S	INESC Porto
T	IDMEC Torre
U	INEGI Nave
X	Associação de Estudantes

Uma vez que os revestimentos exteriores de paredes são de fácil acesso e geralmente aplicados em paramentos de grandes dimensões, tentou-se analisar o maior número possível de paredes exteriores e efetuar um levantamento das principais anomalias presentes no edifício.

Na FEUP estão aplicados dois principais tipos de revestimento, o revestimento de pedra natural (granito) por fixação mecânica e o revestimento ETICS.



Figura 6.2 – FEUP, revestimento de pedra natural visível no edifício B e C



Figura 6.3 – FEUP, revestimento ETICS visível na zona dos departamentos

Logo após a inauguração desta instituição de ensino superior foram observadas criações biológicas (fungos) nos revestimentos de pedra natural orientados a norte. Desde cedo tentou-se extinguir esta anomalia mas sem eficácia. As placas pétreas de granito do auditório e do bloco A foram sujeitas a uma lavagem algum tempo após a sua aplicação, contudo, essa lavagem revelou não ter efeito uma vez que posteriormente voltaram a surgir fungos no granito. Já em 2003/2004 foi efetuada uma nova lavagem das placas pétreas o que, mais uma vez, se revelou não ser solução a médio/longo prazo. Desde então tem-se verificado que tem ocorrido um certo tipo de limpeza natural visto os fungos se terem alterado e passado da cor verde para uma cor cinzenta.

Ainda relativamente às placas de granito, ocorreu em 2008 a queda de uma destas placas pétreas (de tamanho e peso considerável) no bloco C (biblioteca) devido a deficiência no elemento de fixação da placa. Após o incidente foi realizada uma vistoria a todas as placas da faculdade e aquelas que apresentavam anomalias mecânicas foram sujeitas a intervenção, substituídas ou foi feito o enchimento dos orifícios da placa (buchas) com silicone.

Por fim, no que diz respeito à manutenção no revestimento ETICS, geralmente apenas são efetuadas pequenas reparações localizadas em locais em que o revestimento delgado cedeu, devido a ações acidentais, expondo a malha de fibra de vidro. É comum encontrar vestígios destas intervenções ao longo das paredes presentes nas áreas de circulação mais frequentadas pelos utilizadores.

6.2.2. FACULDADE DE ARQUITETURA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

A Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto (FAUP) é um estabelecimento de ensino superior da Universidade do Porto dedicada ao ensino da arquitetura.

A conclusão da construção do estabelecimento de ensino em questão ocorreu em 1992, com os cerca de 9600m² distribuídos num corpo de serviços, zonas administrativas, coletivas e de biblioteca.



Figura 6.4 – Fotografia aérea da FAUP

A Faculdade de Arquitetura é constituída por 8 edifícios, A, B, C, D, E, F, G e H.

O revestimento exterior dos paramentos que constituem este edifício é, regra geral, realizado por ETICS com pigmento branco e por pedra natural colada na base inferior das paredes. Sendo este o tipo de revestimento também utilizado na Faculdade de Engenharia, será interessante realizar posteriormente uma comparação entre ambos do ponto de vista das anomalias e do estado de degradação presentes.



Figura 6.5 – FAUP, Revestimento ETICS

Relativamente às manutenções e intervenções técnicas desde a sua construção, nunca foi realizada nenhuma intervenção técnica, com exceção para pequenas reparações localizadas, não existindo igualmente qualquer tipo de manutenção das mesmas. No momento desta inspeção estava a proceder-se a uma comunicação entre a Faculdade e a Universidade do Porto de modo a se realizar uma intervenção nos revestimentos exteriores de todos os edifícios que já apresentavam algum grau de deterioração.

6.2.3. HOSPITAL DE SÃO JOÃO NO PORTO

O Hospital de São João é um hospital universitário da cidade do Porto, associado à Faculdade de Medicina da Universidade do Porto (FMUP). A conclusão da obra e a sua inauguração ocorreu em 1959.

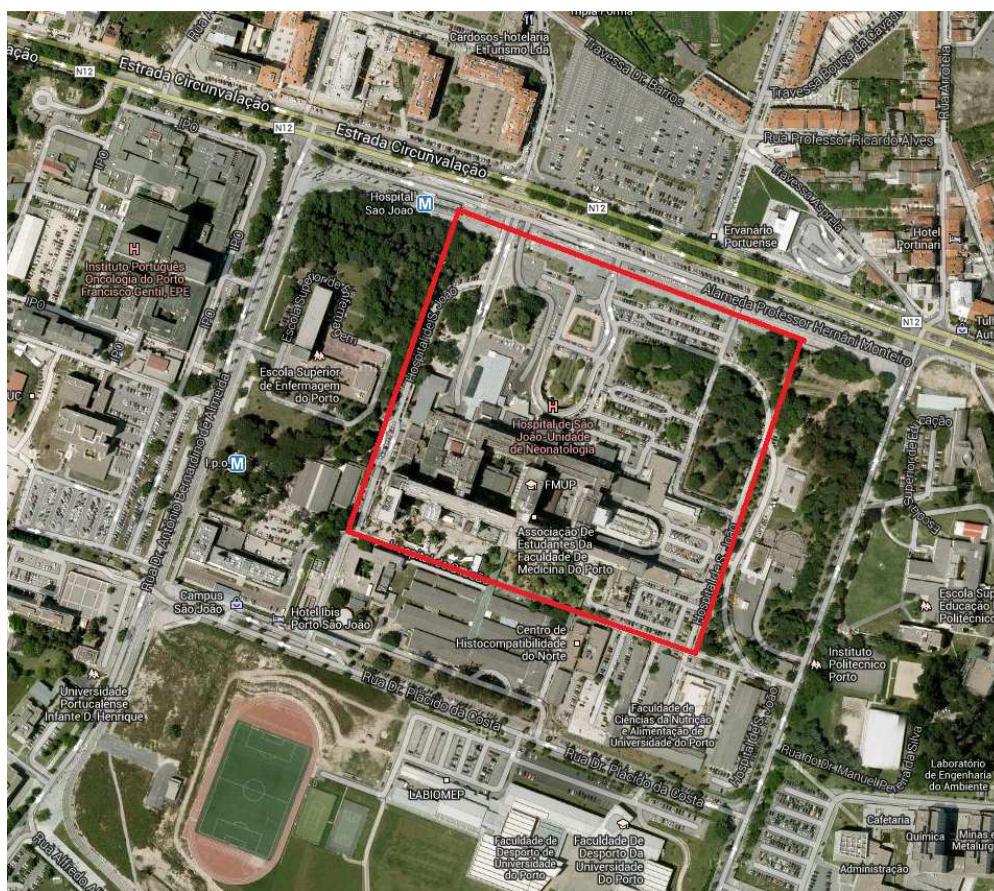


Figura 6.5 – Fotografia aérea do hospital de S. João

Ao longo dos anos foram também construídos outros setores novos do hospital na sua envolvente, sendo difícil compreender qual a sua ordem de construção e com tipos de revestimentos bastante diferentes. Assim, será dada maior importância ao corpo principal do hospital e sempre que se entender necessário, serão apresentadas também anomalias dos setores envolventes.

O revestimento das paredes exteriores do corpo principal do hospital é o reboco tradicional de ligantes hidráulicos.



Figura 6.6 – Hospital S. João, reboco como principal revestimento

Na parte de trás do corpo principal do edifício ocorreu, no último ano, o aumento de dois setores na vertical, sendo o seu revestimento exterior semelhante ao anterior de forma a não criar discrepâncias visuais e arquitetónicas. Contudo, é bastante evidente essa discrepância entre as partes novas e antigas do edifício devido à deterioração destas últimas.

No que diz respeito às intervenções técnicas e manutenção dos revestimentos exteriores, é sabido que desde a sua construção o edifício nunca foi intervencionado a um nível significativo com exceção da fachada principal (aproximadamente orientada a norte), que foi pintada há alguns anos atrás, e de algumas intervenções/reparações pontuais e localizadas. As imagens apresentadas no próximo capítulo são um bom exemplo da ausência e necessidade de uma severa intervenção no que diz respeito aos revestimentos localizados no tardo do referente edifício.

Ainda referente às manutenções, a informação que se obteve foi de que diversas vezes ocorreu a lavagem das fachadas, embora, mais uma vez, com maior incidência na fachada principal. Devido à idade do edifício, ao ser um edifício público e ter passado por diversos responsáveis técnicos, existe a dificuldade de se obter informação relevante neste campo.

6.3. FICHA DE INSPEÇÃO

A ficha de inspeção elaborada é uma ferramenta básica necessária para o desenvolvimento de um estudo com base em trabalhos de campo. A mesma possibilita a recolha de diversos dados de uma forma organizada, sistematizada e sucinta.

A ficha de inspeção foi elaborada em *Excel* para uma posterior impressão e preenchimento em campo.

Na elaboração desta ficha de inspeção teve-se em conta a diversidade de revestimentos exteriores existentes, pelo que se tentou elaborar uma ficha que se conseguisse adaptar à maioria das situações sem que a mesma fosse demasiado exaustiva e demorada no preenchimento.

A ficha de inspeção possibilita desta forma a recolha das seguintes informações:

- Identificação do Edifício;
- Descrição do Edifício;
- Caracterização da parede exterior;
- Condições ambientais;

- Condições de intervenção/manutenção;
- Anomalias estéticas;
- Anomalias funcionais/mecânicas;
- Registo fotográfico;
- Avaliação do estado de deterioração;
- Observações;
- Adequação do revestimento ao local.

A ficha de inspeção completa pode ser visualizada no Anexo A no final deste trabalho.

6.4. DESCRIÇÃO DA FICHA DE INSPEÇÃO

6.4.1. NOTA PRÉVIA

A descrição da ficha de inspeção está dividida consoante os itens referidos anteriormente e é efetuada com um exemplo de preenchimento da mesma. Esse exemplo pertence a uma das paredes exteriores do Hospital de S. João.

No cabeçalho da ficha de inspeção é preenchido o número, a referência e a data. A referência é associada aos diferentes edifícios das instituições inspecionadas. Neste caso, CP – Corpo Principal do hospital de S. João.

O cabeçalho repete-se em todas as fichas de inspeção com o mesmo número e referência de forma a se saber a qual ficha de inspeção correspondem os dados registados em cada página.


 Universidade do Porto Faculdade de Engenharia FEUP	FICHA DE INSPEÇÃO - Revestimento de Paredes Exteriores	Nº: 9	Ref. ^a : CP
		DATA: 31/05/2013	

Figura 6.7 – Cabeçalho da ficha de inspeção

6.4.2. IDENTIFICAÇÃO DO EDIFÍCIO

Neste item é registada a identificação geral do edifício através da sua denominação e morada:

Identificação do Edifício	
Denominação: Hospital Universitário S. João	
Morada: Alameda Prof. Hernâni Monteiro	Nº --
Localidade: Porto	Código Postal: 4200-319

Figura 6.8 – Ficha de inspeção: Identificação do edifício

6.4.3. DESCRIÇÃO DO EDIFÍCIO

Neste item é feita a descrição do edifício onde são registadas as principais características do edifício como o número de pisos, o ano de construção, a idade e o tipo de uso a que se destina.

Descrição do Edifício		
Nº de Pisos: 11	Ano de Conclusão: 1959	Idade: 54
Tipo de Uso: Habitacional <input type="checkbox"/> Comercial <input type="checkbox"/> Administração/Serviços <input type="checkbox"/> Hotelaria <input type="checkbox"/>		
Saúde <input checked="" type="checkbox"/> Ensino <input type="checkbox"/> Espétaculo <input type="checkbox"/> Desportivo <input type="checkbox"/> Religioso <input type="checkbox"/> Outro:		

Figura 6.9 – Ficha de inspeção: Descrição do edifício

6.4.4. CARACTERIZAÇÃO DA PAREDE EXTERIOR

A caracterização da parede exterior tem como objetivo registar as características do revestimento a ser analisado. Tais características são o tipo de suporte, a orientação da parede, a localização da parede relativamente ao edifício, o tipo de revestimento, o tipo de fixação (se aplicável), outro tipo de revestimentos que não estejam registados, tipo de acabamento superficial e a cor.

Os tipos de revestimentos apresentados são os revestimentos mais correntemente aplicados, pelo qualquer outro revestimento que não se identifique em nenhum destes tipos deve ser registado em “Outros:” e posteriormente descrito no campo “Observações” no final da ficha de inspeção.

Caracterização da Parede Exterior	
Tipo de Suporte: Alvenaria	
Orientação da Parede: Sul	
Localização: Principal <input type="checkbox"/> Tardoz <input checked="" type="checkbox"/> Lateral <input type="checkbox"/>	
Tipo de Revestimento:	
Pedra Natural <input type="checkbox"/> Cerâmico <input type="checkbox"/> Pedra Artificial <input type="checkbox"/>	Fixação: Colagem <input type="checkbox"/>
ETICS <input type="checkbox"/>	Agrafos e Pontos de argamassa <input type="checkbox"/>
Reboco <input checked="" type="checkbox"/>	Estrutura intermédia: Metálica <input type="checkbox"/> Madeira <input type="checkbox"/>
Reboco Pintado <input type="checkbox"/>	Gatos <input type="checkbox"/>
Outros:	
Acabamento Superficial:	Cor: Cinza

Figura 6.10 – Ficha de inspeção: Caracterização da parede exterior

6.4.5. CONDIÇÕES AMBIENTAIS

No item das condições ambientais devem ser registados os diferentes tipos de exposição, a agentes poluentes, à humidade e ao vento e ainda a distância do edifício ao mar. Estes tipos de exposição são os que mais contribuem para a deterioração de um revestimento exterior.

Condições Ambientais	
Exposição a Agentes Poluentes: Baixa <input type="checkbox"/> Média <input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/>	
Exposição à Humidade: Baixa <input type="checkbox"/> Média <input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/>	Distância ao Mar: 8km
Exposição ao Vento: Baixa <input type="checkbox"/> Média <input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/>	

Figura 6.11 – Ficha de inspeção: Condições ambientais

6.4.6. CONDIÇÕES DE INTERVENÇÃO E MANUTENÇÃO

As condições de intervenção e de manutenção são relevantes de serem registadas uma vez que para estudar a deterioração de um revestimento é aconselhável saber o seu historial de anomalias e reparações ao longo do seu tempo de vida útil. Desta forma, com este item pretende-se efetuar um registo do tipo de manutenção que é efetuada no revestimento e consequentes intervalos da mesma, assim como o registo de intervenções técnicas.

Condições de Intervenção/Manutenção	
Tipo de Manutenção: Nenhuma	Intervalos de Manutenção: --
Data da Última Intervenção: --	Qual: Pequenas intervenções localizadas

Figura 6.12 – Ficha de inspeção: Condições de Intervenção e manutenção

6.4.7. ANOMALIAS ESTÉTICAS

Com este item pretende-se registar as anomalias estéticas presentes no revestimento em análise. As anomalias estéticas apresentadas são as mais frequentes de ocorrerem, sendo algumas delas comuns em diversos tipo de revestimentos. No caso da existência de anomalias não presentes neste item, essa deverá ser registada em “Outras:”.

Também neste item se regista a área de revestimento afetada por anomalias estéticas para o posterior cálculo do Coeficiente de Deterioração (Cd) que é descrito posteriormente neste capítulo. Devido às grandes dimensões da parede revestida nem sempre é possível determinar a área afetada por estas anomalias com rigor, pelo que deve ser feita o mais aproximadamente possível da realidade. Tendo em consideração essa dificuldade, é mais conveniente o registo da extensão de revestimento com anomalias estéticas em percentagem.

Anomalias Estéticas	
Sujidade Superficial: X	
Deficiência de Planeza: X	
Desgaste ou Riscagem: _	
Esmagamento: _	
Manchas de Humidade: X	Outras Manchas:
Crescimento Biológico (fungos): X	
Alteração do Brilho e Cor: X	
Graffiti/Outros: _	
Eflorescências: _	
Sinais de Reparações Anteriores: X	
Outras:	
Extensão Total de Anomalias Estéticas (% de área): Ae= 35	

Figura 6.13 – Ficha de inspeção: Anomalias estéticas

6.4.8. ANOMALIAS MECÂNICAS/FUNCIONAIS

À semelhança do item anterior, também neste item são apresentadas as anomalias funcionais mais correntes e igualmente comuns a diferentes tipos de revestimento.

As anomalias funcionais e as suas características devem ser aqui registadas, no caso de existir outro tipo de anomalias funcionais que não esteja aqui apresentado deverão também ser registadas em “Outras”.

A extensão total de anomalias funcionais é expressa em percentagem em função da área total revestida para um posterior cálculo do Coeficiente de Deterioração (Cd).

Anomalias Mecânicas/Funcionais	
Fendilhação: Sim <input type="checkbox"/> Não <input checked="" type="checkbox"/>	Espessura de Fendas:
Direção da Fendilhação: Horizontal <input type="checkbox"/> Vertical <input type="checkbox"/> Diagonal <input type="checkbox"/>	
Deterioração das Juntas: Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/>	Tipo de Juntas:
	Com Perda de Material <input type="checkbox"/> Sem Perda de Material <input type="checkbox"/>
Degradação dos elementos de fixação <input type="checkbox"/>	
Degradação da estrutura intermédia <input type="checkbox"/>	
Degradação do suporte <input type="checkbox"/>	
Perda de Aderência: <input checked="" type="checkbox"/>	
Empolamento: <input type="checkbox"/>	
Destacamento: <input checked="" type="checkbox"/>	
Descolamento: <input type="checkbox"/>	Outras: Vários Orifícios no Revestimento
Extensão Total de Anomalias Funcionais (% de área): Af=15	

Figura 6.14 – Ficha de inspeção: Anomalias mecânicas/funcionais

6.4.9. REGISTO FOTOGRÁFICO

Neste campo devem ser introduzidas fotografias da parede de revestimento global em análise e se possível também dos principais detalhes do mesmo onde se observam as principais anomalias.



Figura 6.15 – Ficha de inspeção: Registo fotográfico (parte 1)

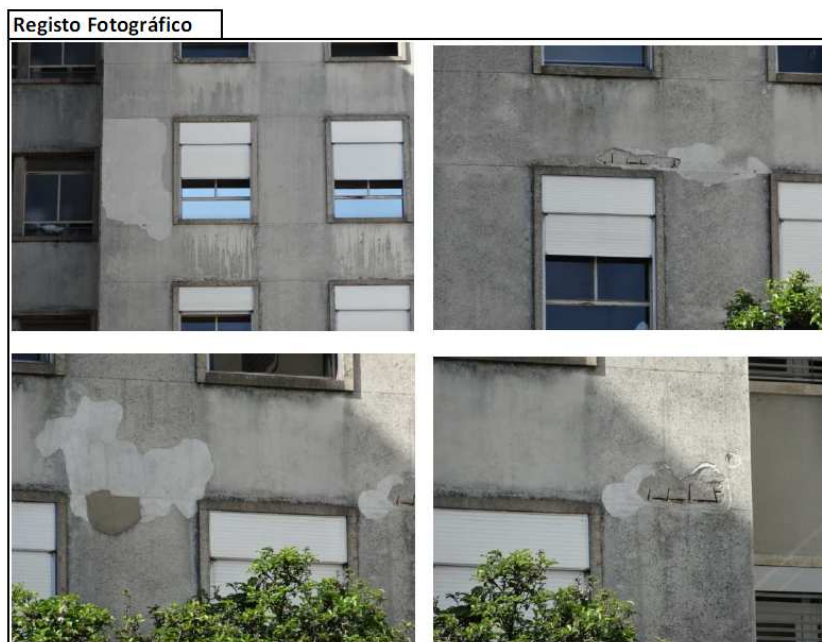


Figura 6.16 - Ficha de inspeção: Registo fotográfico (parte 2)

6.4.10. COEFICIENTE DE DETERIORAÇÃO (Cd)

No parâmetro coeficiente de deterioração é apresentado o cálculo do mesmo através das extensões totais de áreas de revestimento afetadas a anomalias estéticas e mecânicas expostas anteriormente.

O coeficiente de deterioração tem como objetivo representar o estado de conservação de um revestimento, permitindo uma avaliação qualitativa das condições de serviço do revestimento. O grau de deterioração presente num determinado revestimento encontra-se refletido no coeficiente de deterioração determinado, estando diretamente relacionado com a durabilidade do mesmo.

Tendo em conta que as anomalias estéticas não têm um papel tão relevante no desempenho do revestimento de paredes exteriores como as anomalias funcionais/mecânicas, foram considerados fatores de ponderação. Assim, para a determinação do coeficiente de deterioração (Cd), definiu-se o critério de ponderação seguinte:

- Anomalias Estéticas – ¼ do peso;
- Anomalias Funcionais – ¾ do peso.

A expressão de cálculo do coeficiente de deterioração é a seguinte:

$$Cd = \frac{(Ae + 3Af)}{400} \quad (6.1.)$$

Em que:

- Ae – Área das anomalias estéticas em relação à área total da parede revestida, em %;
- Af – Área das anomalias funcionais em relação à área total da parede revestida, em %.

As áreas com anomalias referidas anteriormente, são determinadas para a análise de cada fachada, de uma forma aproximada, tendo em consideração todo o tipo de anomalias estéticas ou funcionais presentes na mesma. Estas áreas devem ser expressas em percentagem em função da área total de revestimento aplicado.

A avaliação qualitativa das condições de serviço do revestimento exterior adotada para este trabalho é a seguinte:

- Péssimas ($Cd > 0,50$);
- Más ($0,30 < Cd \leq 0,50$);
- Razoáveis ($0,10 < Cd \leq 0,30$);
- Boas ($0 < Cd \leq 0,10$);
- Excelentes ($Cd=0$).

No sentido de revelar e identificar os revestimentos deteriorados que apresentem anomalias a necessitar de urgente intervenção técnica, adotou-se uma majoração possível a aplicar para quando o revestimento apresente:

- fendilhação de elevada espessura ou presença da mesma em grande escala;
- elementos estruturais expostos;
- facilidade de entrada de água diretamente no suporte ou base do revestimento;
- descolamento/destacamento iminente de revestimento;
- todas as outras deficiências/anomalias que necessitem de intervenção técnica urgente.

Uma vez que este tipo de anomalias pode colocar em risco a integridade do revestimento e do próprio suporte, assim como a segurança humana, foi estipulado que nestas situações, caso o coeficiente de deterioração seja inferior ou igual a 0,50, o mesmo deverá ser majorado para 0,51 correspondendo desta forma a uma avaliação qualitativa “Péssima” de forma a salientar a relevância do seu estado de deterioração e da necessidade de uma urgente intervenção técnica.

Coeficiente de Deterioração (Cd)	
$Cd = (Ae + 3Af) / 400$	<div>Majoração: SIM</div> <div>Cd: 0,51</div>
Condições de Serviço:	<div>Péssimas ($Cd > 0,50$) X </div> <div>Más ($0,30 < Cd \leq 0,50$) _ </div> <div>Razoáveis ($0,10 < Cd \leq 0,30$) _ </div> <div>Boas ($0 < Cd \leq 0,10$) _ </div> <div>Excelentes ($Cd=0$) _ </div>
<p>Quando o revestimento apresentar necessidade de intervenção urgente, o Cd deve ser majorado automaticamente para 0,51 no caso de ser inferior antes de aplicada a majoração. Esta majoração deve acontecer para fissuras de elevada espessura, elementos estruturais visíveis, entrada de água diretamente no suporte, e todas as outras que se identifiquem com este género de anomalias. No campo observações deve ser justificado.</p>	

Figura 6.17 – Ficha de inspeção: Coeficiente de Deterioração (Cd)

6.4.11. OBSERVAÇÕES

No campo das observações deve ser registada toda a informação extra que será útil para a análise da respetiva ficha de inspeção, como por exemplo: referir quais as anomalias mais incidentes no revestimento, justificar o uso da majoração para o coeficiente de deterioração caso seja o caso e todas as outras informações que sejam relevantes.

Observações
O revestimento exterior deixou de oferecer proteção ao suporte e aos elementos estruturais. Elemento estrutural (aço) exposto e oxidado, necessidade de intervenção imediata.

Figura 6.18 – Ficha de inspeção: Observações

6.4.12. ADEQUAÇÃO DO REVESTIMENTO AO LOCAL

Este parâmetro permite identificar se o revestimento aplicado na parede exterior é adequado ao local onde a mesma se insere. Em caso negativo, deve ser recomendado outro tipo de revestimento que se adeque melhor ao local de aplicação.

Adequação Do Revestimento
Tipo de Revestimento de Parede Adequado ao Local: Sim X Não _ Se Não, revestimento recomendado:

Figura 6.19 – Ficha de inspeção: Adequação do revestimento ao local

7

TRATAMENTO E ANÁLISE DE DADOS

7.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A informação recolhida no trabalho de campo através da metodologia adotada e explicada no capítulo anterior permitirá proceder ao tratamento e análise dos dados de forma diversificada.

A análise efetuada incide sobre os diversos tipos de revestimentos presentes nas três instituições anteriormente referidas. Em anexo digital são apresentadas todas as 103 fichas de inspeção preenchidas no trabalho de campo, enquanto no anexo B são expostos alguns exemplos das fichas de inspeção preenchidas em campo.

Com a recolha da informação de campo e a restante informação sobre os edifícios e respetivos revestimentos, é feita uma análise global do estado de conservação de cada revestimento através da interpretação de gráficos, tabelas e figuras que foram elaborados de acordo com a informação recolhida, informação essa que pode ser observada pormenorizadamente nas fichas de inspeção no anexo referido anteriormente.

Após todas as análises efetuadas são sugeridos possíveis desenvolvimentos futuros no âmbito desta temática.

7.2. ANÁLISE DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DOS REVESTIMENTOS DE PAREDES EXTERIORES DA FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

7.2.1. NOTA PRÉVIA

Como já foi referido no capítulo anterior, a Faculdade de Engenharia apresenta em grande parte revestimento exterior por ETICS e por placas pétreas de granito, embora também exista a presença de alguns (poucos) revestimentos em reboco. As placas pétreas são maioritariamente aplicadas por fixação indireta ao suporte e por fixação direta (colagem) maioritariamente na base das paredes de ETICS de modo a proteger o mesmo em zonas de circulação.

Através da análise efetuada com recurso aos dados recolhidos através das fichas de inspeção verificou-se que de todos os revestimentos exteriores analisados com anomalias presentes em cada fachada ou local, fosse essa anomalia estética ou funcional, em 33,9% dos casos se tratava de revestimentos em pedra natural por fixação indireta, 18,6% em pedra natural por fixação direta, 37,3% em ETICS e 10,2% em rebocos. Visto os revestimentos por pedra natural e por ETICS serem os mais usuais, é perfeitamente previsível a presença destes dois revestimentos como os que apresentam mais anomalias

inspecionadas nas paredes exteriores (Figura 7.1). Devido à pequena quantidade de dados e pouca aplicação de revestimentos de reboco, os mesmos não serão alvo de análise detalhada no estudo desta instituição.

Para o cálculo destas incidências, reuniram-se todas as fichas de inspeção respeitantes à Faculdade de Engenharia e contabilizou-se quantas correspondiam a cada tipo de revestimento (Figura 7.1) ou a anomalias estéticas (Figura 7.2) ou a anomalias funcionais (Figura 7.3).

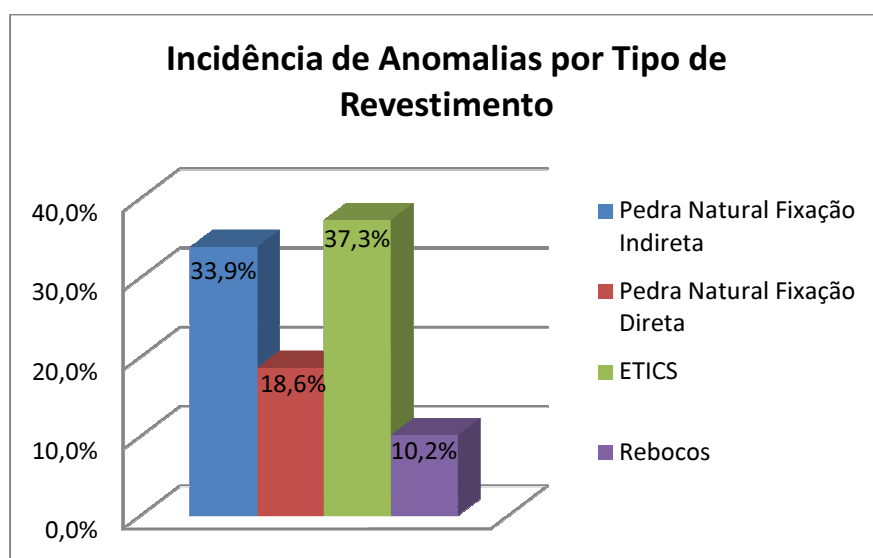


Figura 7.1 – Incidência de anomalias por tipo de revestimento na FEUP

No que diz respeito às anomalias estéticas, em todos os revestimentos analisados com qualquer tipo de anomalia (estética ou funcional), verifica-se a incidência de anomalias estéticas (sejam muito ou pouco significativas) em todos eles, independentemente do tipo de revestimento. Isto é, as anomalias estéticas estão presentes em todas as paredes analisadas para qualquer tipo de revestimento.

Relativamente às anomalias funcionais o mesmo não acontece, sendo que para os revestimentos em granito por fixação indireta apenas 5% dos mesmos apresentam anomalias funcionais, para o mesmo revestimento mas por fixação direta, em nenhum caso se verificou anomalias funcionais, para o ETICS em 23% dos casos verificou-se anomalias funcionais e para o reboco verificou-se em 33% dos casos.

Nas duas figuras seguintes são apresentadas as incidências de anomalias estéticas e funcionais por tipo de revestimento.

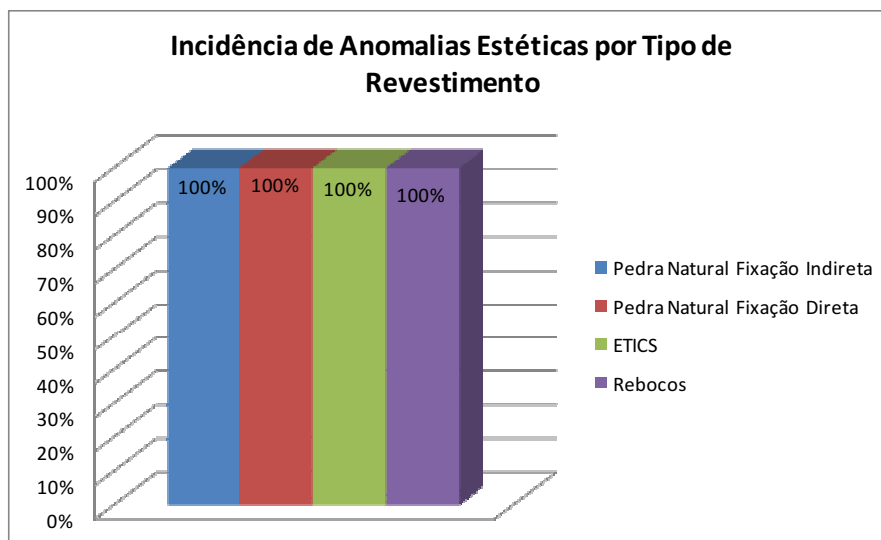


Figura 7.2 – Incidência de anomalias estéticas por tipo de revestimento na FEUP

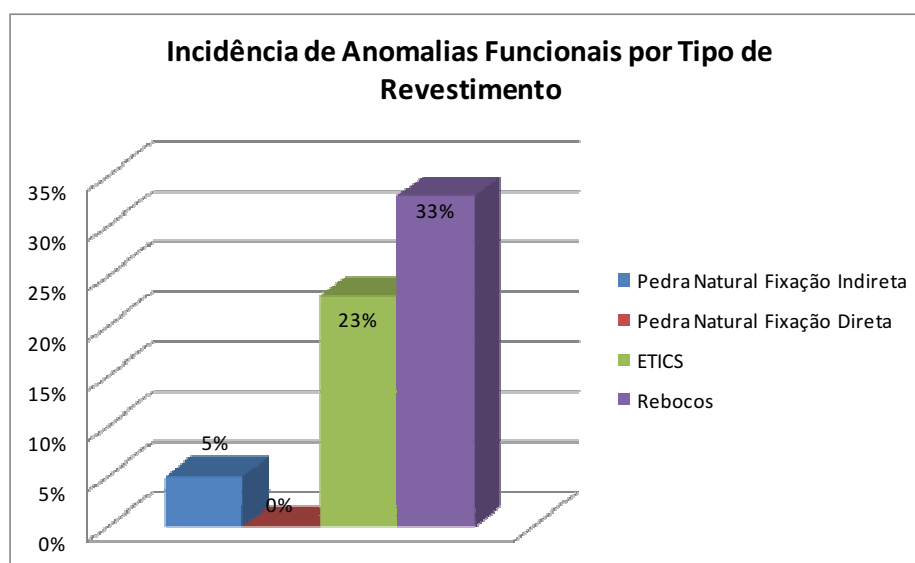


Figura 7.3 – Incidência de anomalias funcionais por tipo de revestimento na FEUP

7.2.2. REVESTIMENTO DE PEDRA NATURAL POR FIXAÇÃO INDIRETA

7.2.2.1. Incidência das anomalias estéticas

Perante a análise que foi feita para este tipo de revestimento, constata-se que são as anomalias estéticas as principais responsáveis pela deterioração do revestimento, tendo ocorrido apenas a identificação de uma anomalia funcional. Desta forma, apresenta-se no gráfico da figura seguinte apenas as diferentes anomalias estéticas registadas.

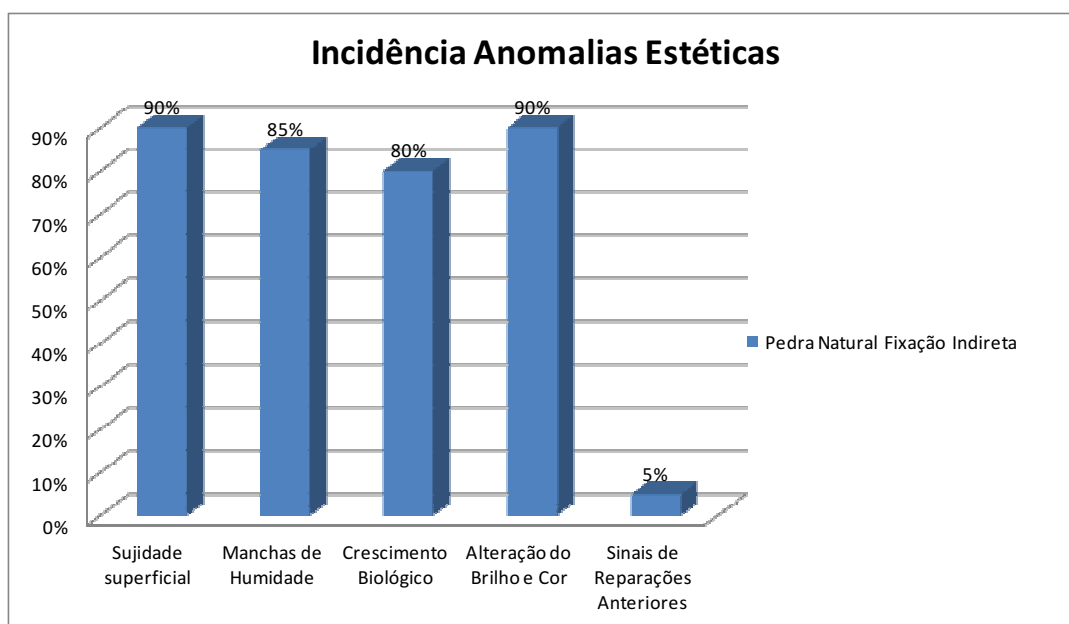


Figura 7.4 – Incidência de anomalias estéticas em pedra natural de fixação indireta na FEUP

Com base no gráfico da figura anterior é possível constatar que a sujidade superficial e a alteração do brilho e cor são as anomalias mais frequentes, seguidas pelas manchas de humidade e crescimento biológico. As taxas de incidência elevadas e próximas permitem demonstrar que as anomalias estéticas neste tipo de revestimento repetem-se na maior parte das inspeções realizadas.

7.2.2.2. Condições de serviço

Os revestimentos de pedra natural por fixação indireta estão aplicados em paredes de grandes áreas revestindo a totalidade dos edifícios A, B e C no que diz respeito às paredes exteriores. Desta forma, percebeu-se que a orientação das mesmas pode também originar maior incidência de anomalias estéticas, nomeadamente, manchas de humidade e crescimento biológico. Tendo como base o coeficiente de deterioração, achou-se relevante estudar o mesmo consoante a orientação da parede (Norte, Sul, Este e Oeste). Com base nesse estudo, disponível no gráfico da figura seguinte, verificou-se que nas paredes orientadas a norte o coeficiente de deterioração médio é mais elevado do que nas restantes orientações confirmando que é nessa orientação (norte) que há maiores áreas de revestimento afetadas por anomalias estéticas.

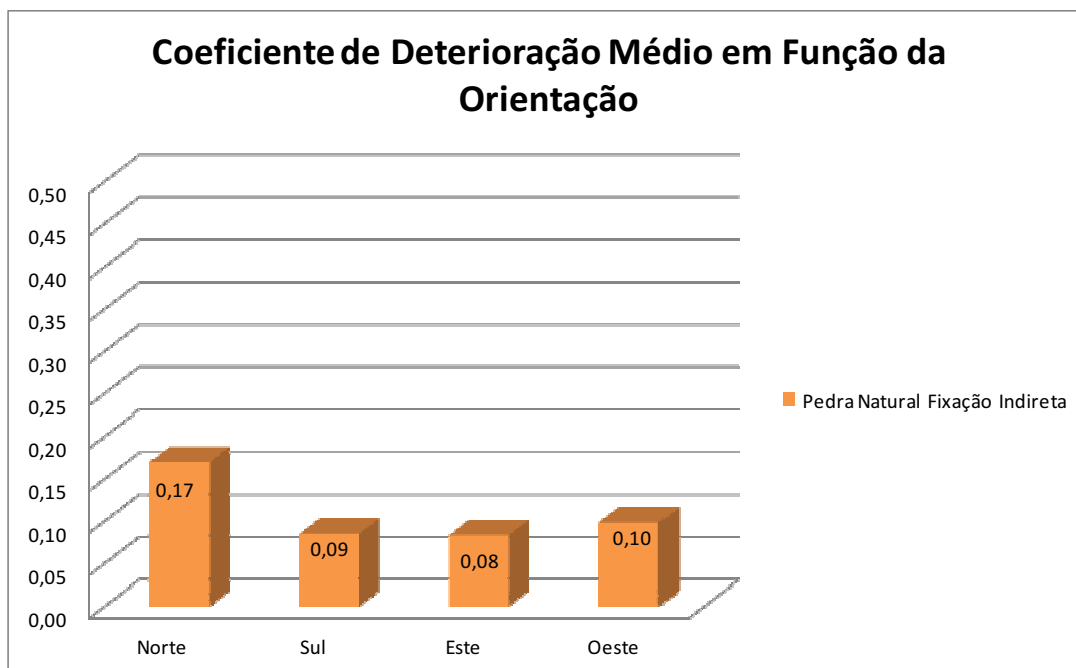


Figura 7.5 – Coeficiente de deterioração médio em função da orientação da parede, FEUP

É relevante também salientar que das paredes inspecionadas com este tipo de revestimento, 50% apresentam um bom estado de conservação e as outras 50% apresentam um estado de conservação razoável.

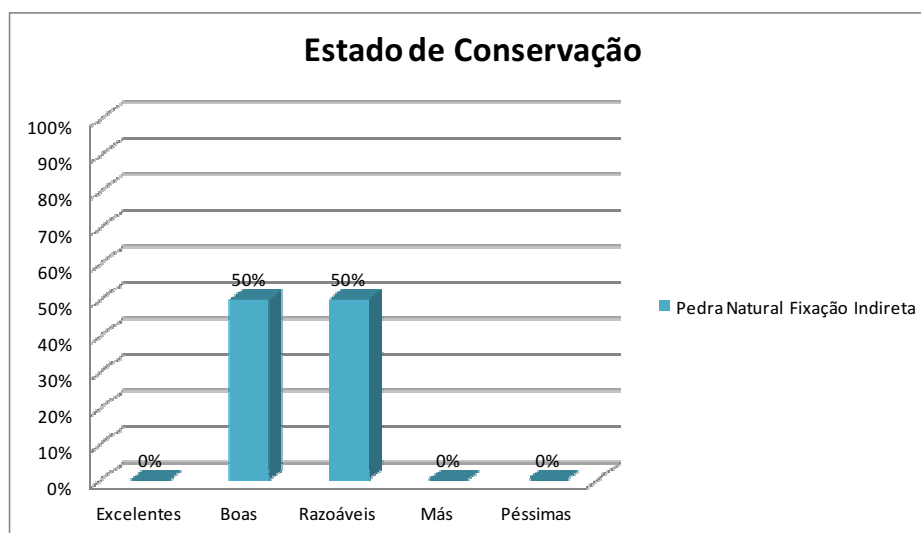




Figura 7.6 – Estado de conservação do revestimento de pedra natural por fixação indireta na FEUP

7.2.2.3. Anomalias estéticas e funcionais relevantes

As anomalias estéticas e funcionais relevantes identificadas no revestimento em análise são apresentadas no quadro seguinte, devendo ser sempre consultadas as fichas de inspeção correspondentes de modo a obter informações complementares.

Quadro 7.1 – Anomalias relevantes em revestimentos de pedra natural por fixação indireta

Anomalias Relevantes – Pedra Natural por Fixação Indireta		
Tipologia	Figura e Designação	Ficha de Inspeção
Anomalia estética	 <p>Sujidade superficial Crescimento biológico Manchas de humidade Alteração do brilho e cor</p>	<p>Ficha Nº: 1 Ref.^a: A</p>
Anomalia funcional	 <p>Degradação dos elementos de fixação Destacamento</p>	<p>Ficha Nº: 4 Ref.^a: A</p>

Anomalia estética



Ficha Nº: 13

Ref.^a: B

Sujidade superficial

Manchas de humidade

Crescimento biológico

Alteração do brilho e cor

7.2.3. REVESTIMENTO DE PEDRA NATURAL POR FIXAÇÃO DIRETA

7.2.3.1. Incidência das anomalias estéticas

No que diz respeito às anomalias em revestimentos de pedra natural por fixação direta (colagem) apenas se registou a presença de anomalias estéticas. Desse modo, as anomalias estéticas mais frequentes, com uma taxa de incidência de 100%, são a sujidade superficial e a alteração do brilho e cor das placas de granito. Seguidamente, com uma taxa de incidência de 36,4%, apresentam-se as manchas de humidade e o crescimento biológico (fungos), seguidos pelas eflorescências com uma taxa de 27,3%. Com 9,1% de incidência estão a deficiência de planeza e o desgaste ou riscagem das placas pétreas.

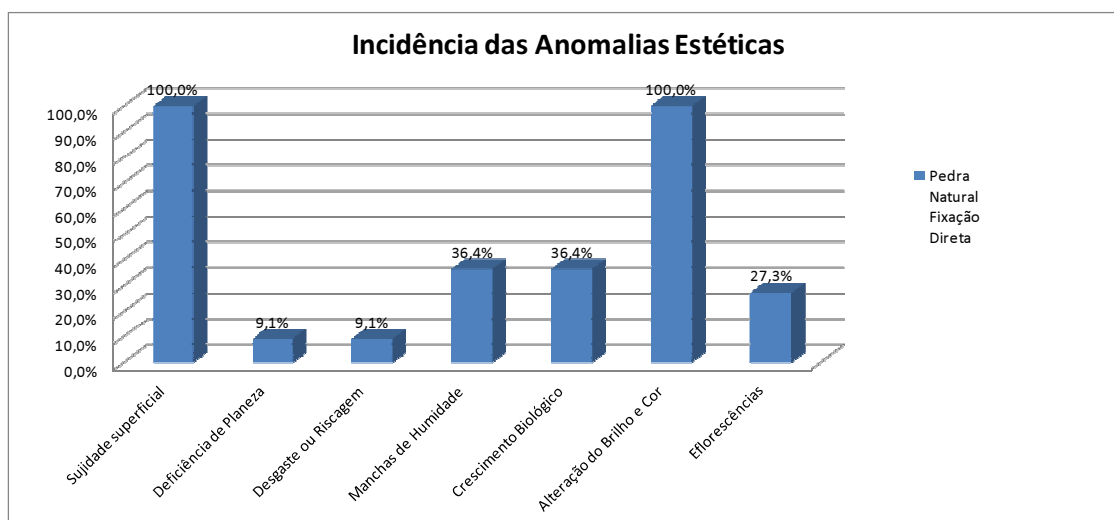


Figura 7.7 – Incidência das anomalias estéticas em revestimento de pedra natural por fixação direta, FEUP

Tal como já foi referido anteriormente, este tipo de revestimento é usado em zonas de circulação o que originou que na maior parte das inspeções se tenha verificado que as anomalias estéticas presentes se devem muitas vezes a más condições de utilização por parte dos transeuntes nas zonas de circulação, embora também se possa responsabilizar o envelhecimento natural como origem de algumas anomalias (por exemplo, alteração do brilho e cor do granito).

7.2.3.2. Condições de serviço

Relativamente ao estado de conservação deste tipo de revestimento, de uma forma geral, o mesmo encontra-se em bom estado de conservação em 72,7% dos casos em que apresenta algum tipo de anomalia, e em 27,3% dos casos em razoáveis condições de conservação.

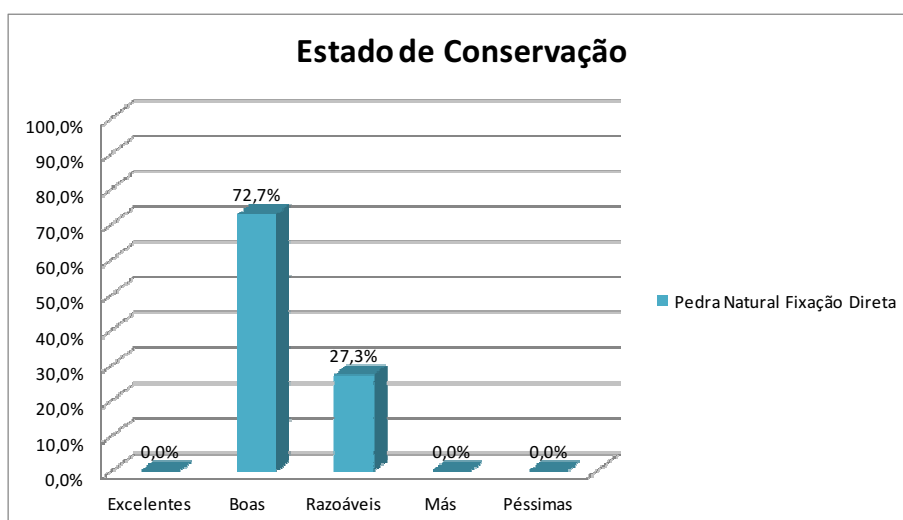




Figura 7.8 – Estado de conservação da pedra natural por fixação direta, FEUP

7.2.3.3. Anomalias estéticas e funcionais relevantes

As anomalias estéticas e funcionais relevantes identificadas no revestimento em análise são apresentadas no quadro seguinte, devendo ser sempre consultadas as fichas de inspeção correspondentes de modo a obter informações complementares.

Quadro 7.2 – Anomalias relevantes em revestimentos de pedra natural por fixação direta

Anomalias Relevantes – Pedra Natural por Fixação Direta		
Tipologia	Figura e Designação	Ficha de Inspeção
Anomalia estética		<p>Ficha Nº: 32</p> <p>Ref.ª: G</p>
	<p>Sujidade superficial</p> <p>Alteração do brilho e cor</p>	
Anomalia estética		<p>Ficha Nº: 41</p> <p>Ref.ª: E</p>
	<p>Sujidade superficial</p> <p>Manchas de humidade</p> <p>Crescimento biológico (fungos)</p> <p>Alteração do brilho e cor</p> <p>Eflorescências</p>	

Anomalia estética



Ficha Nº: 51

Ref.ª: G

Sujidade superficial
Manchas de humidade
Crescimento biológico (fungos)
Alteração do brilho e cor
Eflorescências

7.2.4. REVESTIMENTO ETICS

7.2.4.1. Incidência das anomalias estéticas

Na inspeção dos edifícios com revestimento ETICS, verifica-se que à semelhança dos revestimentos anteriores, as anomalias estéticas mais frequentes são a sujidade superficial e a alteração do brilho e cor. Devido à rugosidade no acabamento deste revestimento e à ausência de manutenção, é perfeitamente natural a ocorrência deste tipo de anomalias. As manchas de humidade também incidem em 50% das inspeções, seguidas pelos sinais de reparações anteriores com 31,8%.

Incidência das Anomalias Estéticas

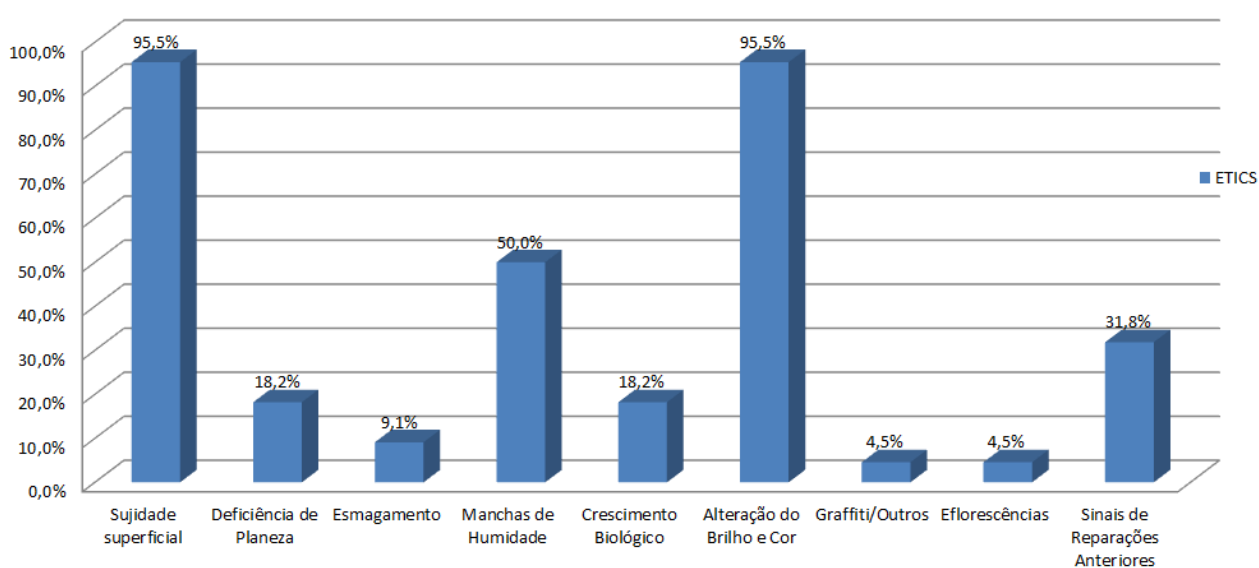


Figura 7.9 – Incidência das anomalias estéticas em ETICS, FEUP

A deficiência de planeza e o crescimento biológico (fungos) apresentam-se igualmente com 18,2%. Já em taxas de incidência pouco significativas, está o esmagamento com 9,1% e os graffiti e eflorescências com 4,5%.

O crescimento biológico corresponde essencialmente a paramentos orientados a norte ou a áreas de revestimento com baixa exposição ao vento e ao sol, originando o desenvolvimento de fungos.

Os esmagamentos identificados dizem respeito a ações ‘‘acidentais’’ aplicadas geralmente pelos transeuntes, originando a degradação estética e por vezes funcional do revestimento. Os sinais de reparações anteriores também foram, maioritariamente, originados por essas mesmas causas.

7.2.4.2. Incidência das anomalias funcionais

Em alguns casos, para além das anomalias estéticas, foram também identificadas anomalias funcionais. Em 60% dos casos em que estão presentes anomalias funcionais, as mesmas devem-se a destacamento de pequenas porções de revestimento. Por último, com 20% de taxa de incidência os casos devido a empolamento e outras anomalias não especificadas na ficha de inspeção.

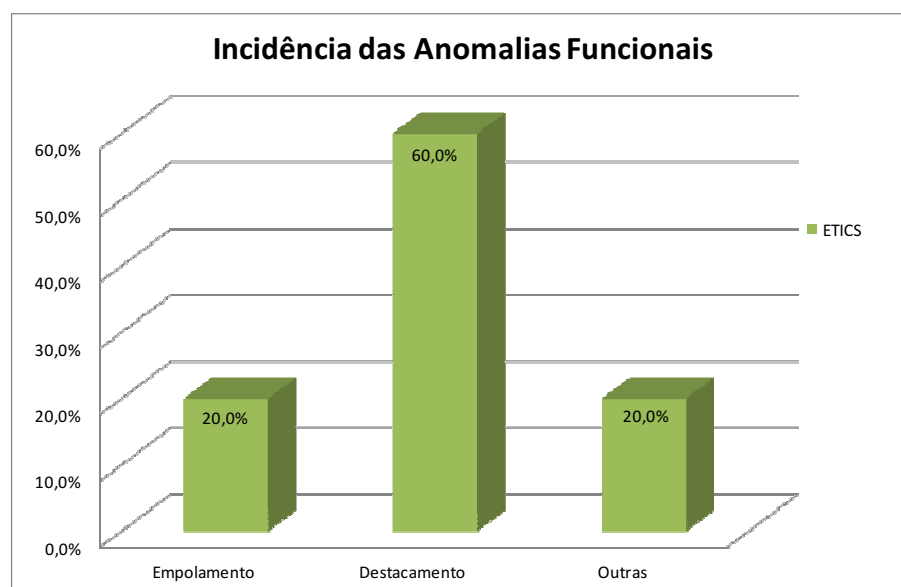


Figura 7.10 – Incidência das anomalias funcionais em ETICS, FEUP

Os destacamentos observados foram causados maioritariamente pelas mesmas causas descritas em 7.4.2.1. no respeitante aos esmagamentos identificados.

No caso das outras anomalias, as mesmas surgiram devido a orifícios no revestimento presentes em algumas inspeções.

7.2.4.3. Condições de serviço

Segundo a análise efetuada, seria interessante estudar as anomalias neste tipo de revestimento em função da orientação do suporte. Contudo, os dados recolhidos para este revestimento foram recolhidos em áreas bastante distintas umas das outras (áreas expostas, áreas protegidas do vento e chuva, entre outras) o que originaria uma análise pouco coerente e distorcida da realidade. Desta

forma, analisou-se o estado de conservação geral do revestimento, apresentado no gráfico da figura seguinte.

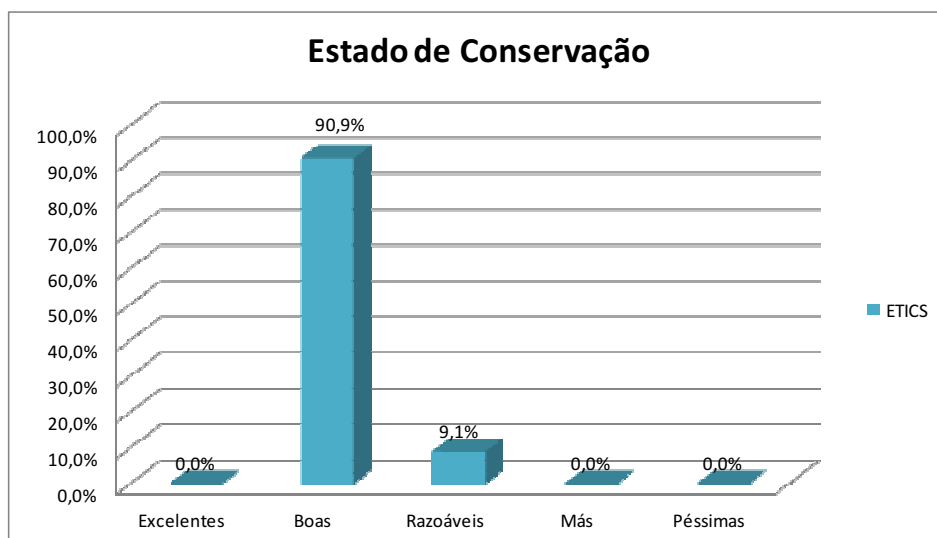



Figura 7.11 – Estado de conservação do ETICS, FEUP

Em 90,9% dos casos inspecionados que apresentam anomalias, o revestimento ETICS apresenta um bom estado de conservação, enquanto em apenas 9,1% dos casos se apresenta em razoável estado de conservação. Desta forma, é possível perceber que o revestimento ETICS se encontra, de uma forma geral, em bom estado, o que seria de esperar devido à sua jovem idade.

7.2.4.4. Anomalias estéticas e funcionais relevantes

As anomalias estéticas e funcionais relevantes identificadas no revestimento em análise são apresentadas no quadro seguinte, devendo ser sempre consultadas as fichas de inspeção correspondentes de modo a obter informações complementares.

Quadro 7.3 – Anomalias relevantes em revestimento ETICS

Anomalias Relevantes – ETICS		
Tipologia	Figura e Designação	Ficha de Inspeção
Anomalia funcional	 <p style="text-align: center;">Destacamento</p>	Ficha Nº: 33 Ref.ª: G

Anomalia
funcional



Ficha Nº: 54

Ref.ª: L

Orifício no revestimento

Anomalia
funcional



Ficha Nº: 35

Ref.ª: E

Destacamento

Anomalia estética



Ficha Nº: 44

Ref.ª: F

Deficiência de planeza

Anomalia estética



Ficha Nº: 34

Ref.ª: G

Graffiti

7.3. ANÁLISE DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DOS REVESTIMENTOS DE PAREDES EXTERIORES DA FACULDADE DE ARQUITETURA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

7.3.1. NOTA PRÉVIA

A Faculdade de Arquitetura tem predominantemente revestimento exterior ETICS em todos os seus edifícios. Devido a ser um estabelecimento com mais de duas décadas de idade e associado ao facto de não ter tido nenhuma manutenção nem intervenção ao longo da sua vida útil, é natural apresentar sinais de envelhecimento natural e necessidade de intervenção técnica num futuro próximo.

Com o apoio das fichas de inspeção utilizados durante o trabalho de campo, é possível verificar que em todas elas foram registadas anomalias estéticas nos paramentos inspecionados, sendo que em 92,6% delas estão presentes também anomalias funcionais conforme é mostrado no gráfico da figura seguinte.

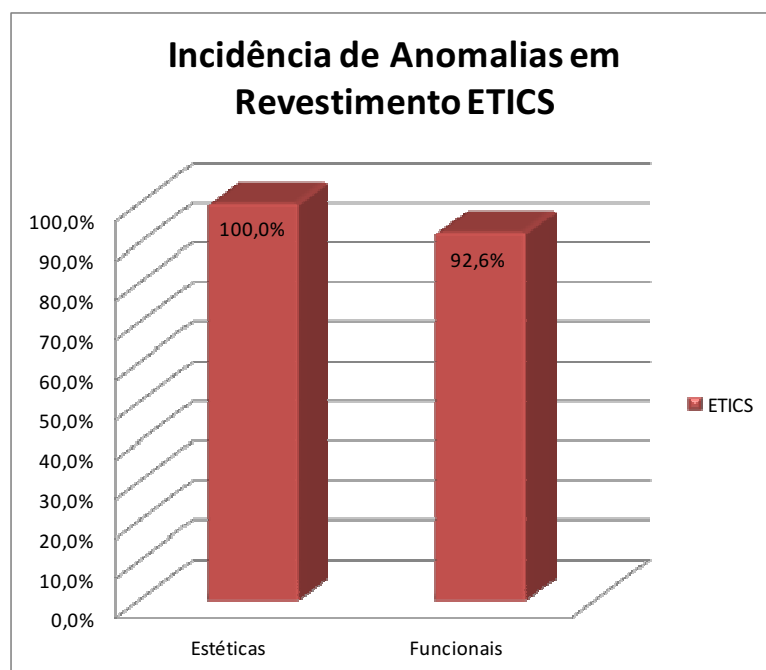


Figura 7.12 – Incidência de anomalias em revestimento ETICS, FAUP

7.3.2. INCIDÊNCIA DE ANOMALIAS ESTÉTICAS

Relativamente às incidências estéticas, os principais destaques naturalmente vão para a sujidade superficial, manchas de humidade e alteração do brilho e cor com a taxa de incidência nos 100%, significando a sua presença em todos os paramentos revestidos por ETICS inspecionados.

O desenvolvimento de fungos também é representativo em 55,6% dos casos, seguido pelos grafitis presentes em áreas mais remotas com 25,9% e com sinais de reparações anteriores localizadas em 11,1% dos casos.

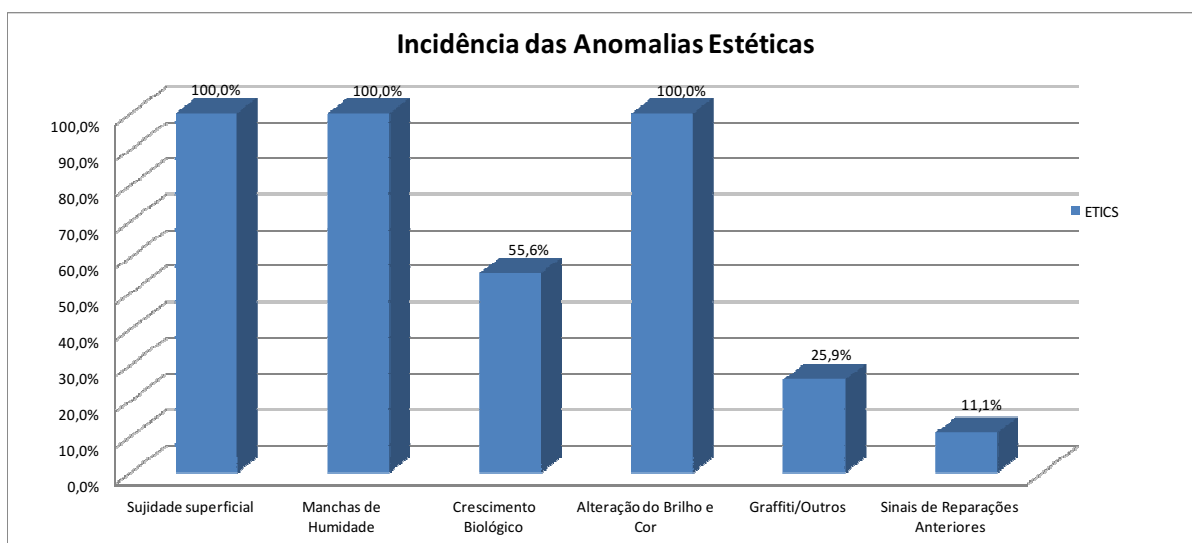


Figura 7.13 – Incidência das anomalias estéticas no ETICS, FAUP

A sujidade superficial surge devido à rugosidade do revestimento e à falta de manutenção, não sendo a lavagem natural (chuva) do mesmo suficiente para o anulamento de determinadas manchas. Consequentemente, compromete também a cor original do revestimento, que se veio a deteriorar ao longo dos anos.

O crescimento biológico ocorre mais acentuadamente em alguns paramentos que se situam sombreados devido à vegetação, fazendo com que seja um ambiente propício ao desenvolvimento dos mesmos. Observou-se também em diferentes áreas, o crescimento e expansão da vegetação agarrada ao revestimento.

Nas áreas mais remotas da instituição, existem bastantes grafitis comprometendo o aspeto estético do revestimento embora seja em áreas com muito reduzida exposição.

7.3.3. INCIDÊNCIA DE ANOMALIAS FUNCIONAIS

No que à incidência das anomalias funcionais diz respeito, foi perfeitamente notória a necessidade de uma futura intervenção técnica pois os revestimentos inspecionados apresentam em grande parte fendilhação superficial. De acordo com o gráfico da figura seguinte, esta fendilhação está presente em todos os revestimentos com anomalias inspecionados, em algumas áreas com mais significado do que em outras.

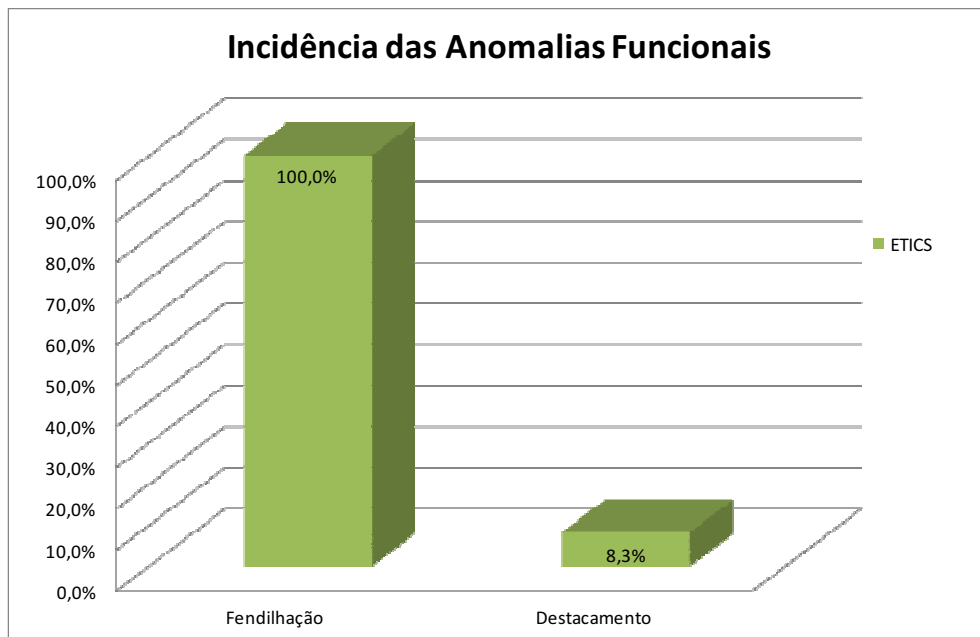


Figura 7.14 – Incidência das anomalias funcionais no ETICS, FAUP

O destacamento foi registado em apenas 8,3% dos casos, sendo esse destacamento geralmente associado à presença de humidade acoplada à fissuração superficial referida anteriormente.

7.3.4. CONDIÇÕES DE SERVIÇO

Em função da orientação, o coeficiente de deterioração médio não teve diferenças significativas, o que significa que a este nível de deterioração (estético e funcional) do revestimento, a orientação não é tão relevante como quando se apresentam praticamente apenas anomalias estéticas (7.2.2.2. no caso de revestimentos de pedra natural por fixação indireta).

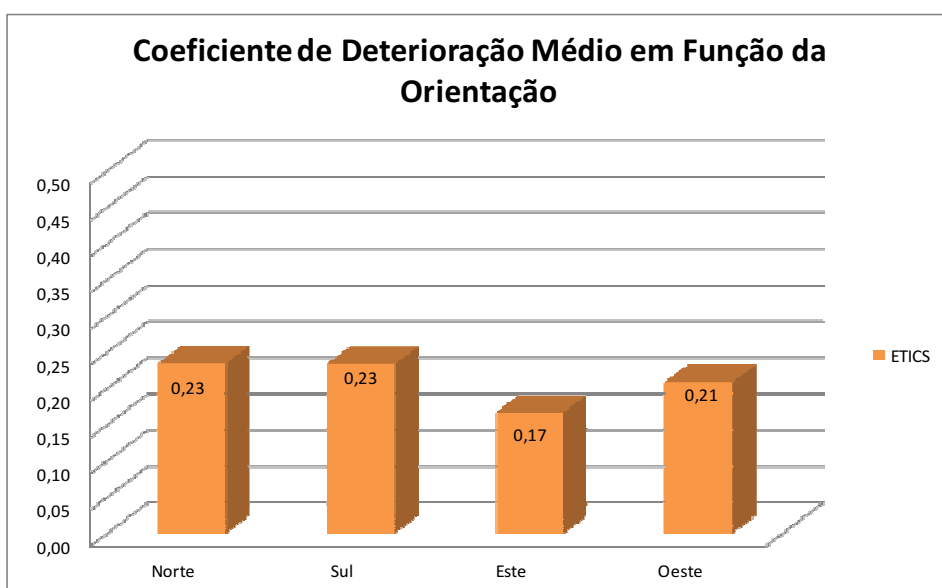


Figura 7.15 – Coeficiente de deterioração médio em função da orientação do ETICS, FAUP

As paredes exteriores revestidas por ETICS apresentam, em geral, um razoável estado de conservação (88,9%). Num mau estado de conservação estão 7,4% das paredes inspecionadas seguidas por 3,7% de paredes em péssimo estado de conservação.

É importante salientar que na ficha de inspeção N.º:25 Ref.ª:B, majorou-se o coeficiente de deterioração para 0,51 visto o revestimento apresentar fendilhação agravada pela elevada espessura da mesma e pela presença de humidade na mesma área sendo necessária uma intervenção urgente para evitar as presentes/futuras anomalias.

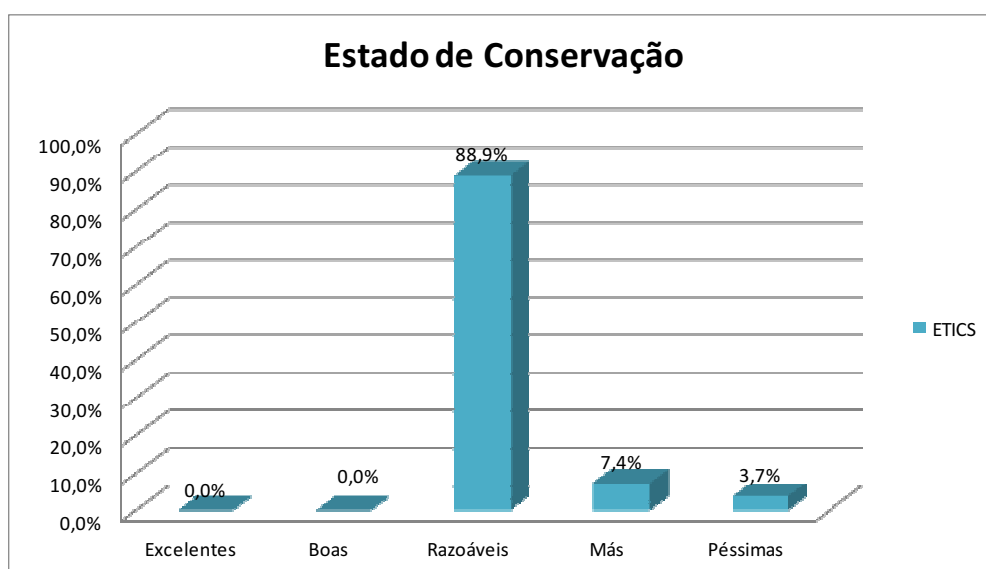



Figura 7.16 – Estado de conservação do ETICS, FAUP

7.3.5. ANOMALIAS ESTÉTICAS E FUNCIONAIS RELEVANTES

As anomalias estéticas e funcionais relevantes identificadas no revestimento em análise são apresentadas no quadro seguinte, devendo ser sempre consultadas as fichas de inspeção correspondentes de modo a obter informações complementares.

Quadro 7.4 – Anomalias relevantes em revestimento ETICS

Anomalias Relevantes – ETICS		
Tipologia	Figura e Designação	Ficha de Inspeção
Anomalia funcional		Ficha N.º: 25 Ref.ª: B
	Fendilhação	

Anomalia
funcional



Ficha Nº: 19

Ref.^a: C

Fendilhação e Destacamento

Anomalia
funcional



Ficha Nº: 10

Ref.^a: F

Fendilhação Superficial

Anomalia estética



Ficha Nº: 28

Ref.^a: A

Humidade e fungos

Anomalia estética



Ficha Nº: 22

Ref.ª: D

Grafiti

Anomalia estética



Ficha Nº: 24

Ref.ª: B

Vegetação no revestimento

7.4. ANÁLISE DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DO HOSPITAL DE S. JOÃO NO PORTO

7.4.1. NOTA PRÉVIA

O Hospital de São João no Porto já apresenta uma idade razoavelmente avançada, pelo que é natural o surgimento de anomalias frequentes, quer estéticas quer funcionais, principalmente no caso do tardo do edifício, no qual não foi realizada nenhuma intervenção técnica significativa desde a sua construção há 54 anos atrás, devido ao envelhecimento natural e exposição aos agentes de deterioração.

Sendo o reboco tradicional de ligantes hidráulicos o principal revestimento objeto de estudo nesta instituição, através das fichas de inspeção, está representado no gráfico da figura seguinte a incidência de anomalias estéticas e funcionais dos paramentos com anomalias inspecionados.

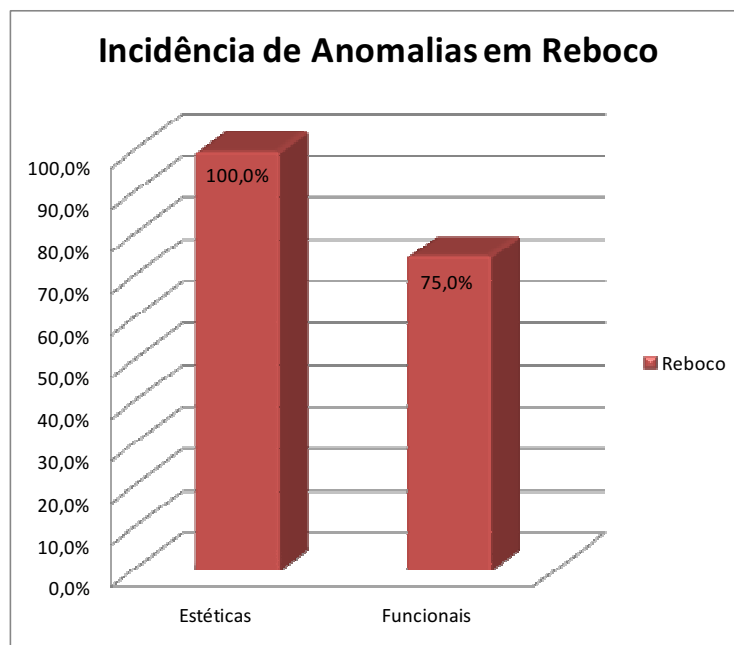


Figura 7.17 – Incidência de anomalias em reboco, São João

7.4.2. INCIDÊNCIA DE ANOMALIAS ESTÉTICAS

Para o revestimento em reboco analisado, constata-se que no que toca às anomalias estéticas, a incidência de anomalias devido a manchas de humidade e alteração do brilho e cor corresponde a 93,3% e 86,7%, respetivamente. As manchas de humidade também contribuem para a alteração da cor de um revestimento.

Devido ao edifício em estudo ser antigo, é usual a perceção de sinais de reparações anteriores localizadas que foram realizadas ao longo do tempo de serviço, com uma taxa de incidência de 73,3%.

Com uma taxa de 66,7% surgem as anomalias por sujidade superficial e por crescimento biológico, devido, eventualmente, a ausência de operações de manutenção e limpeza das fachadas.

Com uma taxa menos expressiva, surgem as anomalias por deficiência de planeza e por aparecimento de eflorescências com 20% e 13,3%, respetivamente.

No gráfico da figura seguinte são apresentadas as taxas anteriormente referidas.

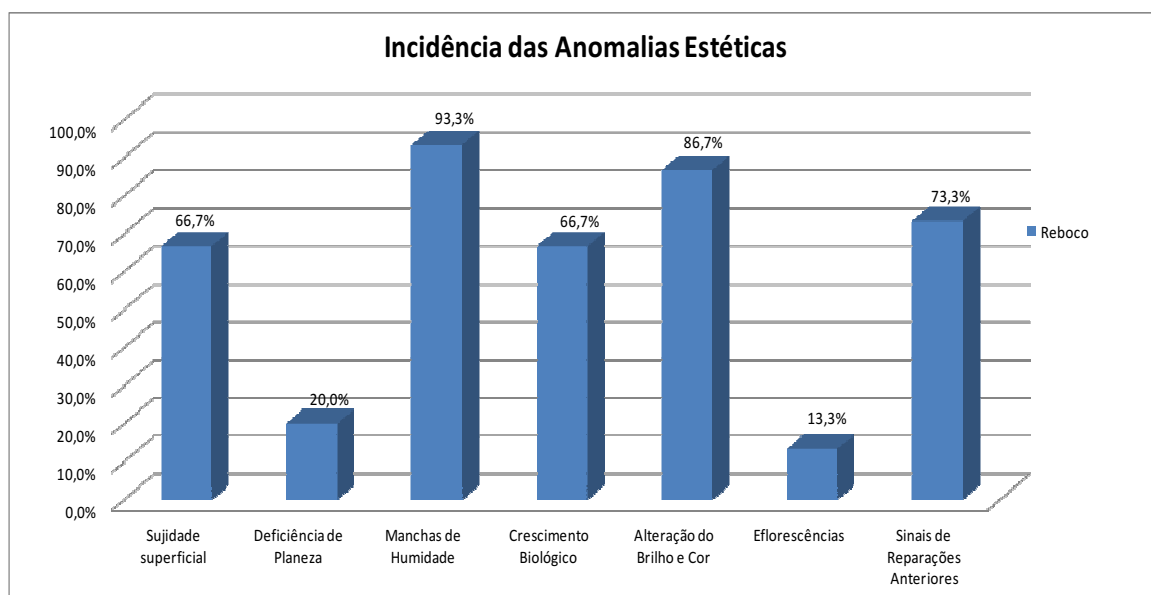


Figura 7.18 – Incidência das anomalias estéticas

7.4.3. INCIDÊNCIA DE ANOMALIAS FUNCIONAIS

Relativamente às anomalias funcionais o destaque vai para as anomalias “Outras” que no preenchimento das fichas de inspeção remete para a presença de orifícios no revestimento de reboco. Julga-se que tais orifícios surgiram devido a outros elementos/dispositivos anteriormente fixos à parede exterior, mas que com o tempo foram sendo retirados deixando em 58,3% dos casos os mesmos expostos aos agentes de deterioração.

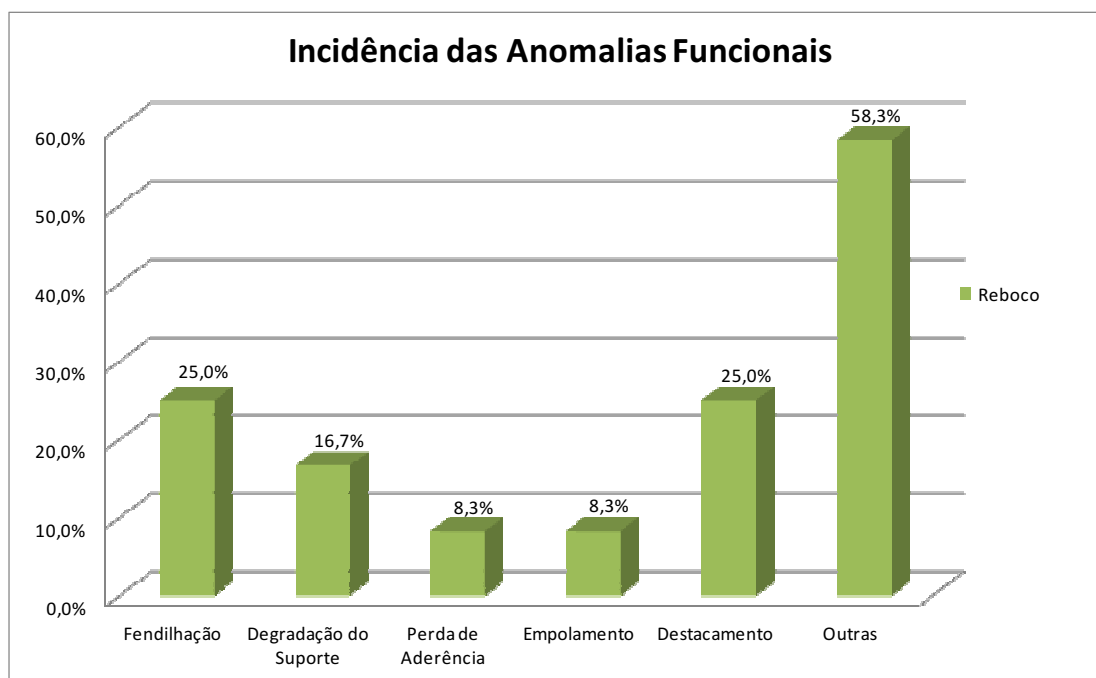


Figura 7.19 – Incidência das anomalias funcionais no reboco, São João

Com uma taxa de incidência de 25% surgem as anomalias devido a fendilhação localizada do reboco e destacamento do mesmo.

Seguidamente e com menor destaque, apresentam-se as anomalias por degradação do suporte, perda de aderência e empolamento com taxas de incidência de 16,7%, 8,3% e 8,3%, respetivamente.

É relevante salientar o registo de várias porções de reboco destacadas, diminuindo assim a proteção à chuva e outros agentes de deterioração que podem entrar diretamente no mesmo e deteriorá-lo.

Registou-se igualmente a exposição de elementos estruturais (aço) devido ao destacamento do reboco embora num caso isolado. Devido a essa anomalia, a armadura estrutural sofreu oxidação e expandiu originando o aumento da área de revestimento destacada. Nesse caso foi utilizada a majoração de forma a alertar para a necessidade urgente de intervenção técnica.

7.4.4. CONDIÇÕES DE SERVIÇO

No respeitante às condições de serviço, o revestimento exterior em análise encontra-se em 53,3% dos casos em condições razoáveis. Em boas condições de conservação, são apresentadas 33,3% das paredes revestidas inspecionadas, contudo este valor é ligeiramente inflacionado devido à inspeção de anomalias nas paredes revestidas pertencentes à nova construção decorrida no último ano e já referida anteriormente em 6.2.3. Em mau estado de conservação, estão 6,7% de elementos inspecionados, e igualmente com 6,7% para paramentos em péssimo estado de conservação.

De um modo geral, as paredes exteriores em reboco do Hospital de S. João necessitam de algumas intervenções técnicas localizadas, nomeadamente no que diz respeito a uma nova pintura, reparação dos destacamentos, fendilhação e proteção aos elementos estruturais.

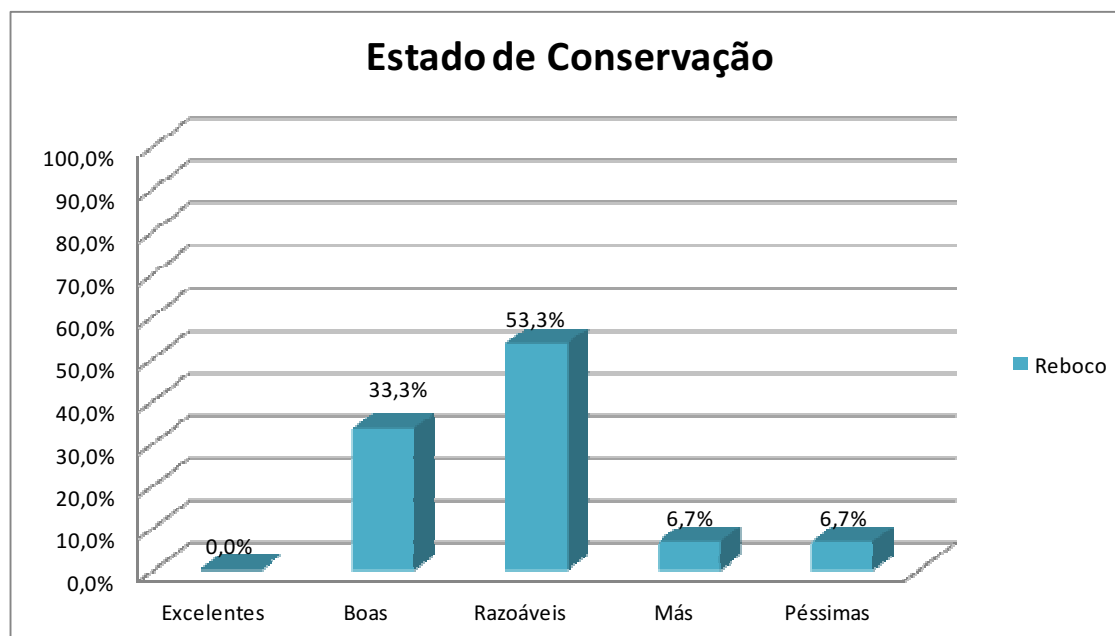





Figura 7.20 – Estado de conservação do reboco, São João

7.4.5. ANOMALIAS ESTÉTICAS E FUNCIONAIS RELEVANTES

As anomalias estéticas e funcionais relevantes identificadas no revestimento em análise são apresentadas no quadro seguinte, devendo ser sempre consultadas as fichas de inspeção correspondentes de modo a obter informações complementares.

Quadro 7.5 – Anomalias relevantes no reboco

Anomalias Relevantes – Reboco		
Tipologia	Figura e Designação	Ficha de Inspeção
Anomalia funcional	 <p>Destacamento</p>	Ficha Nº: 11 Ref. ^a : CP
Anomalia funcional	 <p>Destacamento e exposição da armadura</p>	Ficha Nº: 9 Ref. ^a : CP
Anomalia funcional	 <p>Destacamento e exposição da armadura</p>	Ficha Nº: 9 Ref. ^a : CP

Anomalia estética



Ficha Nº: 2

Ref.^a: CP

Sujidade bastante acentuada

Anomalia estética



Ficha Nº: 2

Ref.^a: CP

Sujidade bastante acentuada

Orifícios no revestimento

7.5. COMPARAÇÃO ENTRE AS FACULDADES DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - ETICS

A comparação entre a Faculdade de Engenharia e a Faculdade de Arquitetura tem como finalidade comparar o estado de deterioração do mesmo revestimento aplicado em ambas as faculdades, neste caso o ETICS, com diferenças de idade de aproximadamente uma década.

A comparação tem como principal base as incidências estéticas e funcionais e os coeficientes de deterioração presentes nas diversas inspeções aos revestimentos das paredes exteriores.

No que diz respeito à incidência das anomalias estéticas e funcionais em ambas as faculdades, é descrito no gráfico da figura seguinte, que nas duas instituições se verificam anomalias estéticas em todas as paredes revestidas inspecionadas.

A incidência de anomalias funcionais é bastante mais acentuada na FAUP do que na FEUP, isso deve-se principalmente à necessidade de intervenção na FAUP, uma vez que é bastante frequente a presença de fendilhação superficial. No caso da FEUP, essas incidências devem-se a anomalias pontuais e com pouco significado.

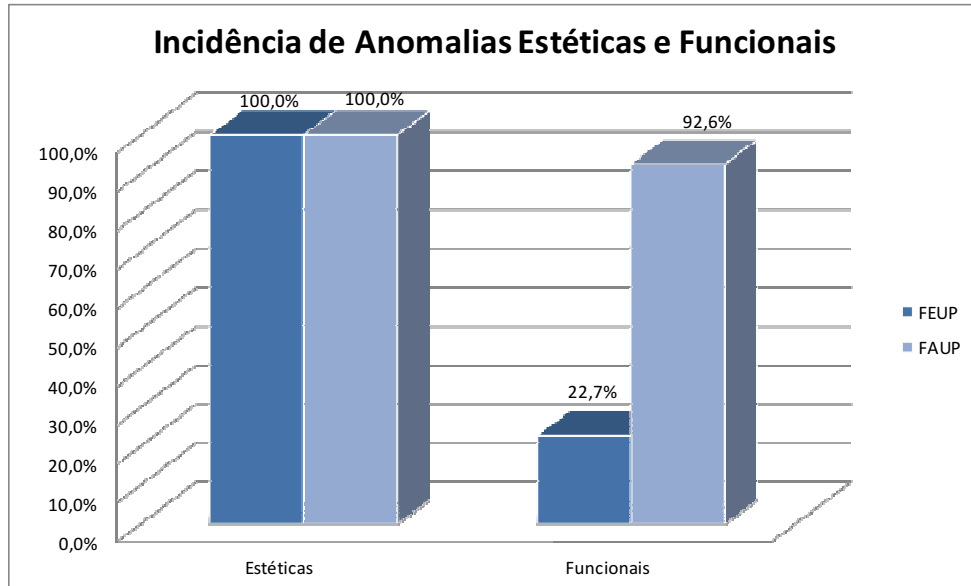


Figura 7.21 – Incidência das anomalias estéticas e funcionais entre FEUP e FAUP

Com base no coeficiente de deterioração médio, tal como seria de esperar, constata-se que a FAUP apresenta o coeficiente de deterioração médio bastante mais elevado. O elevado coeficiente de deterioração representa assim, uma vez mais, a deterioração mais avançada no revestimento ETICS dessa instituição.

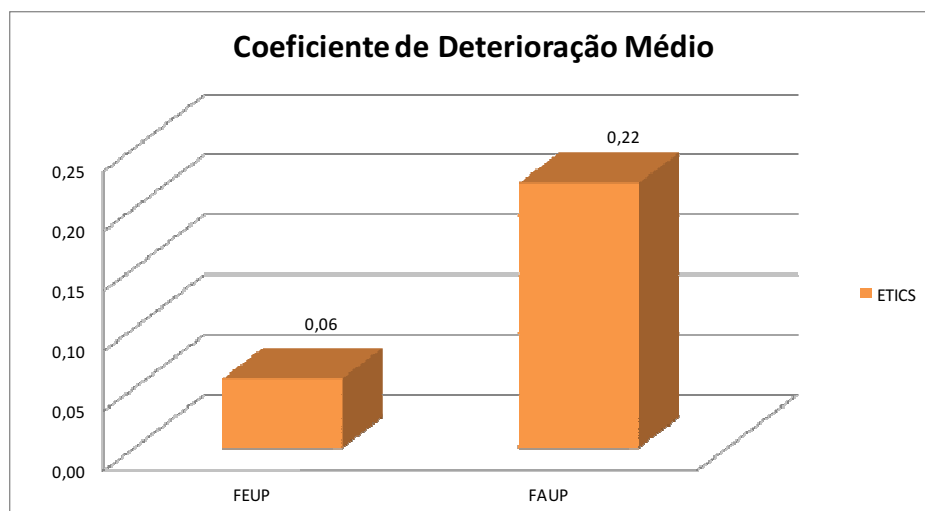


Figura 7.22 – Coeficiente de deterioração médio da FEUP e FAUP

Em suma, é perfeitamente perceptível o estado de conservação mais precário no revestimento da Faculdade de Arquitetura, com a principal influência da presença de anomalias funcionais relevantes (por exemplo a fendilhação) presentes em grande parte das paredes inspecionadas. Em geral, a Faculdade de Engenharia apresenta um bom estado de conservação no seu revestimento, necessitando apenas de intervenções pontuais de forma a evitar o alastramento das anomalias a outras áreas de revestimento.

8

CONCLUSÕES

8.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi abordada uma metodologia de estudo com base no desenvolvimento e posterior utilização de fichas de inspeção que possibilitaram a recolha de diversas informações tornando possível o tratamento e análise dos dados. Estes incidiram na avaliação geral do estado de conservação dos diversos revestimentos de paredes exteriores inspecionados no que se refere às anomalias correntes apresentadas e respetivas condições de serviço.

Através da interpretação gráfica referente às condições de serviço dos revestimentos, foi possível identificar quais os diferentes revestimentos que apresentam melhores ou piores estados de conservação.

Nos casos em que o coeficiente de deterioração variava acentuadamente foi perceptível a variação das condições de serviço e identificar quais as áreas ou revestimentos que apresentavam piores estados de conservação e, por vezes, necessitando de intervenção técnica urgente.

As fichas de inspeção elaboradas estão adaptadas para serem de fácil compreensão, rápido preenchimento e adequadas aos tipos de revestimentos mais correntes, assim como para as anomalias estéticas e funcionais mais correntes. Dependendo do tipo de revestimento, é possível ajustar o coeficiente de deterioração assim como possíveis majorações de forma a adequar-se mais com a realidade e tipo de revestimento inspecionado.

8.2. CONCLUSÕES GERAIS

O estudo da durabilidade dos revestimentos de paredes exteriores é um estudo complexo e moroso, devido às diversas variáveis associadas e ao tempo de vida de serviço destes revestimentos. Poderão ser realizados diversos tipos de análises dependendo do tipo de estudo pretendido e respetivas comparações.

Os principais resultados obtidos neste estudo, são inerentes aos edifícios e respetivos revestimentos alvos de estudo. Visto o tempo de serviço deste tipo de revestimentos ser bastante variável devido aos diversos materiais, processos e aplicações possíveis, é difícil determinar em que momento exato da sua vida de serviço os revestimento estão. Deste modo, foi bastante importante a criação do coeficiente de deterioração para auxílio nesse assunto.

Embora o presente estudo seja de uma dificuldade considerável devido às diferentes variáveis envolvidas, conseguiu-se obter um cenário geral da durabilidade dos revestimentos de paredes exteriores analisados.

Relativamente aos edifícios inspecionados, o que apresentou melhores condições de serviço nos seus revestimentos foi a Faculdade de Engenharia, apresentando reduzidas anomalias funcionais e apenas localizadas, pois é o edifício mais recente e naturalmente em melhor estado de conservação.

Quer a Faculdade de Arquitetura quer o Hospital de São João apresentam sinais evidentes da necessidade de intervenções técnicas devido essencialmente a anomalias funcionais em áreas consideráveis acabando por em diversas situações não oferecer o devido tipo de proteção ao suporte, prejudicando simultaneamente o restante revestimento.

No que diz respeito à adequabilidade ao uso e local, embora não tenha sido efetuado um estudo rigoroso nessa área, através da informação recolhida nas fichas de inspeção foi perfeitamente perceptível que, regra geral, os revestimentos são adequados ao local onde estão aplicados, sendo a sua deterioração muitas vezes causada por indevido comportamento dos transeuntes, este último no que diz respeito às áreas de circulação, não sendo, em alguns casos, a área de pedra natural, aplicada por fixação direta ao suporte, suficiente para abranger essas áreas onde ocorre esse tipo de comportamentos. Contudo, não se acredita que a solução passe por aumentar essas áreas mas sim por uma maior consciencialização por parte dos utilizadores.

Os coeficientes de deterioração determinados para a avaliação das condições de serviço e a respetiva idade de serviço permitem também estabelecer uma evolução da deterioração ao longo do tempo recorrendo a dados históricos, considerando condições constantes ou variáveis de envelhecimento natural e deterioração normal. A evolução da deterioração tem como base uma linha de tendência que permite efetuar vários tipos de análise, como por exemplo a estimativa de condições de serviços e idades ao longo do tempo, possibilitando auxiliar nas intervenções técnicas de manutenção e nos planos de inspeção dos revestimentos de paredes exteriores.

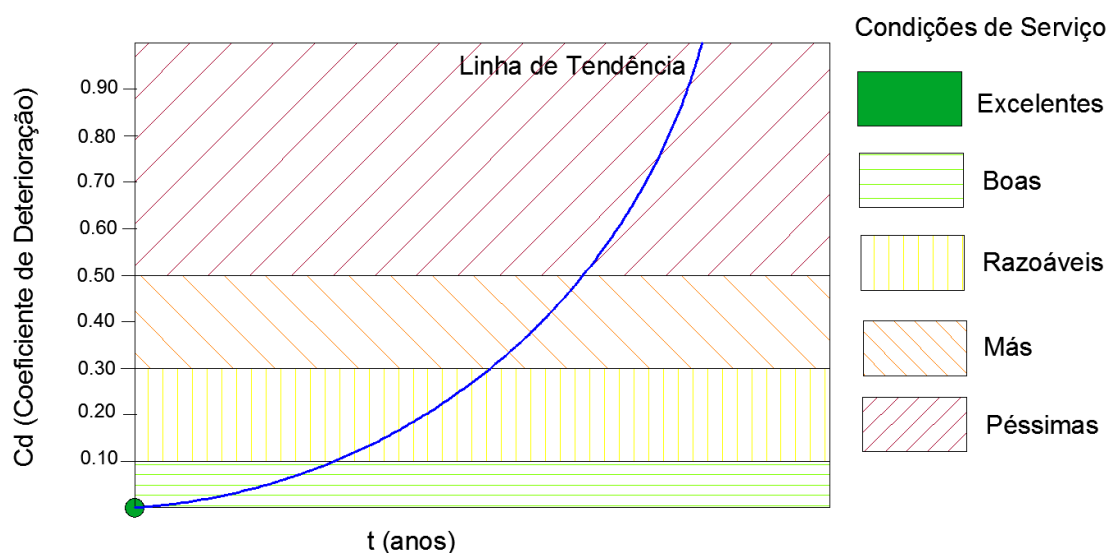


Figura 8.1 – Evolução da deterioração em condições variáveis – linha de tendência [4]

Para a aplicação deste tipo de análise aos edifícios estudados, seria necessário a recolha de vários coeficientes de deterioração em vários momentos do tempo ao longo do tempo de serviço de cada

revestimento. Dessa forma, seria possível obter uma linha de tendência de deterioração para cada revestimento, tendo em consideração as condições de exposição e aplicação de cada um deles. Esta metodologia iria ajudar na previsão da deterioração dos revestimentos.

Como principais dificuldades deste trabalho, são de registrar a reduzida diversidade de revestimentos presentes nos edifícios, pois existe a tendência natural para utilizar sempre o mesmo revestimento exterior, de registrar também a dificuldade em identificar a origem de anomalias estéticas no caso da humidade e da sujidade superficial, sendo bastante relevante a condição meteorológica no momento da inspeção. Ainda nas principais dificuldades em campo, é de salientar o difícil cálculo das áreas afetadas por anomalias muito por causa das grandes dimensões dos paramentos e da distância a que se está dos mesmos.

A elaboração deste trabalho foi feita com muito empenho, esforço e dedicação, esperando que possa contribuir da melhor forma possível para a continuidade da evolução desta temática. Para possibilitar estudos semelhantes são expostos no ponto seguinte alguns assuntos que poderão vir a ser desenvolvidos na continuidade deste tema.

8.3. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

De modo a desenvolver este tema futuramente, é relevante a necessidade de uma base de dados relativa aos coeficientes de deterioração dos materiais, para cada tipo de edifício e respetivos locais.

O envelhecimento natural e o desgaste normal que é causado ao longo do tempo, podem ser considerados constantes ou variáveis, resultando em linhas de tendência ao longo do tempo de serviço. As linhas de tendência podem ser determinadas através dos registos dos coeficientes de deterioração ao longo do tempo na base de dados. Desta forma, quanto menores forem os intervalos dos registos, maior será a precisão dos resultados obtidos.

Através dos dados estudados é possível obter linhas de tendência para uma estimativa das condições e tempos de serviço a partir do ano zero (ano de aplicação) e desta forma comparar a durabilidade dos diversos materiais de revestimento com um adequado grau de precisão, inerentes aos vários tipos de edifícios existentes e respetivos locais.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Conselho Superior de Obras Públicas e Transportes (CSOPT). *Proposta de Revisão do RGEU*. Lisboa: Subcomissão para a revisão do Regulamento Geral das Edificações Urbanas (RGEU), Junho de 2004.
- [2] Corvacho, Maria Helena. *Durabilidade da Construção. Metodologia do projeto para a durabilidade. Planeamento da vida útil de um edifício*. FEUP, Porto, 2000.
- [3] Costa, Inês Alves. *Estudo da Durabilidade de Caixilharias*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), 2013.
- [4] Martins, Albano Joaquim Gomes. *Estudo da Durabilidade dos Revestimentos de Piso*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), 2012.
- [5] ISO 15686-1:2011, Internacional Organization for Standardization (ISO). *Buildings and Constructed asset. Service life planning. General principles*. Suíça, 2011.
- [6] Gaspar, P. Manuel. *Metodologia para o cálculo da Durabilidade de rebocos exteriores correntes*. Dissertação de Mestrado, IST, 2002.
- [7] European Organization for Technical Approvals (EOTA). *Assumption of working Life of construction Products in Guideline for European Technical Approval, European Technical Approvals and Harmonized Standards – Guidance Document 002*. Bruxelas: EOTA, 1999.
- [8] Architectural Institute of Japan (AIJ). *The English edition of principal guide for service life planning of buildings*. Chairman, 1993.
- [9] Comissão das Comunidades Europeias (CEE). *Diretiva Europeia 89/106/CEE – Diretiva dos Produtos da Construção (DPC)*. Jornal Oficial das Comunidades Europeias n.o L 40 de 11/02/89, alterada pela Diretiva 93/68/CE, publicada no Jornal Oficial das Comunidades Europeias n.o L 220 de 30/08/93. Bruxelas, 1993.
- [10] Regulamento (UE) no 305/2011, do Parlamento Europeu e do Conselho de 9 de Março de 2011.
- [11] Quintela, Marisa Betânia de Oliveira Antunes, *Durabilidade de Revestimentos Exteriores de Parede em Reboco Monocamada*. Dissertação para obtenção do grau de Mestre, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), 2006.
- [12] Lopes, Carlos Alvarino da Silva, *Durabilidade na Construção – Estimativa da vida útil de revestimentos cerâmicos de fachadas*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), 2009.
- [13] ISO 15686-2: *Buildings and constructed assets. Service life planning – Part 2: Service life prediction procedures*. Suíça, 2001.
- [14] ISO 6241:1984, *Performance standards in building – Principles for their preparation and factors to be considered*. Geneva: ISO.
- [15] http://www.estt.ipt.pt/download/disciplina/1136__Revestimentos_Paredes.pdf
- [16] Lucas, José A. C. *Exigências Funcionais de Revestimentos de Paredes*, Informação Técnica ITE 25, LNEC, Lisboa, 1990.
- [17] LNEC, *Revestimentos de Paredes*, Curso de Especialização, Lisboa, 1995.
- [18] Lucas, José A. C. *Classificação e Descrição Geral de Revestimentos para Paredes*, Informação Técnica ITE 24, LNEC, Lisboa, 1990.

- [19] Alves, Sérgio Gabriel Quádrio da Mota, *Paredes Exteriores de Edifícios em Pano Simples, Fundamentos, Desempenho e Metodologia de Análise*, Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), Porto, 2001.
- [20] LNEC, *Segurança contra Incêndio, Resistência ao fogo de elementos de construção*, Especificação LNEC E364, Lisboa, 1990.
- [21] Porto Editora, *Regulamento de Segurança Contra Incêndio*, Porto, 1999.
- [22] Syndicat d'études interindustries-construction IC-IB, *Guide des Performances du Bâtiment, Façades 2*, Bruxelles, 1980.
- [23] LNEC, *Curso de Especialização Sobre Revestimentos de Paredes*. 1º Módulo, Lisboa, 1990.
- [24] DTU N°26.1, *Enduits aux mortiers de ciments, de chaux et de mélange plâtre et chaux aérienne, Document Technique Unifié*, Cahier des clauses techniques, França, 1990.
- [25] Bureau, Veritas, *Guide Veritas du Bâtiment, Tome 2*, Editions du Moniteur, Paris, 1992.
- [26] Lucas, José A. C., *Classificação e Descrição Geral de Revestimentos Para Paredes de Alvenaria ou de Betão*, Informação Técnica Edifícios ITE24, LNEC, Lisboa, 1999.
- [27] Universidade do Minho, http://lftc.civil.uminho.pt/Textos_files/construcoes/cp2/Cap.%20IX%20-%20Revestimento%20Exterior%20de%20Paredes.pdf, Maio 2013.
- [28] <http://www.planetaempreendedor.com.br/?p=3767>, Maio 2013.
- [29] LNEC, *Tintas, Vernizes e Revestimentos Por Pintura Para a Construção Civil*, Lisboa, 1990.
- [30] Marques, M., Rodrigues, M. *Revestimentos por pintura para a construção civil. Preparação de superfícies*. ITMC 18, LNEC, 1991.
- [31] Rodrigues, Adelino de Araújo. *Fachadas com Revestimentos Exteriores Descontínuos e Independentes. Caracterização e Seleção Exigencial*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, FEUP, Porto, 2003.
- [32] <http://www.halfen.pt>, Maio 2013.
- [33] <http://www.civil.ist.utl.pt/~joaof/tc-pb/21%20Revestimentos%20de%20paredes%20-%2022%C2%AA%20a%2024%C2%AA%20aulas%20te%C3%B3ricas.pdf>, Junho 2013.
- [34] Norma Francesa, NF P 65-202-1 DTU55.2, *Revêtements Muraux Attachés En Pierre Mince*. França, Outubro 2000.
- [35] Processos Gerais de Construção II, *Revestimentos Para Paramentos Exteriores De Paredes*. Universidade do Minho, 2013.
- [36] Mendão, Juliana Vicente Belchior. *Sistema ETICS – Influência no Comportamento Térmico dos Edifícios*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2011.
- [37] EN 14411:2012. *Ceramic tiles, Definitions, classification, characteristics and marking*. Bruxelas, 2012.
- [38] Sousa, Rita Daniel Bordalo. *Previsão da Vida Útil dos Revestimentos Cerâmicos Aderentes em Fachada*, Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa, IST, Lisboa, Outubro 2008.
- [39] www.patorreb.com. *Grupo de Estudos da Patologia da Construção*. FEUP, 2013.

- [40] Chaves, Ana Margarida Vaz Alves. *Patologia e Reabilitação de Revestimentos de Fachadas*, Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho, 2009.
- [41] *Guia Técnico de Reabilitação Habitacional*, Instituto Nacional da Habitação e LNEC, 2006.
- [42] Morais, Ana Isabel Barbosa. *Soluções de Reabilitação de Fachadas com Revestimentos em Ladrilhos Cerâmicos*. FEUP, Porto, 2007.
- [43] Cabrita, António Reis; Alho, Carlos. *Reabilitação de Edifícios de Habitação. Critérios para a Definição de Níveis de Qualidade*. LNEC, Lisboa, 2007.
- [44] Gaspar, Pedro Lima; Colen, Inês Flores; Brito, Jorge. *Técnicas de Diagnóstico e Classificação de Anomalias por Perda de Aderência em Rebocos*. IST, Lisboa, 2008.
- [45] Rodrigues, M. Paula; Eusébio, M. Isabel; Ribeiro, Alejandro. *Revestimentos por Pintura, Defeitos, Causas, e Reparação*. LNEC, Lisboa, 2006.

ANEXO A

FICHA DE INSPEÇÃO

 Universidade do Porto Faculdade de Engenharia FEUP	FICHA DE INSPEÇÃO - Revestimento de Paredes Exteriores	Nº:	Ref.ª:
		DATA:	

Identificação do Edifício

Denominação:	
Morada:	Nº
Localidade:	Código Postal:

Descrição do Edifício

Nº de Pisos:	Ano de Conclusão:	Idade:
Tipo de Uso: Habitacional <input type="checkbox"/> Comercial <input type="checkbox"/> Administração/Serviços <input type="checkbox"/> Hotelaria <input type="checkbox"/> Saúde <input type="checkbox"/> Ensino <input type="checkbox"/> Espetáculo <input type="checkbox"/> Desportivo <input type="checkbox"/> Religioso <input type="checkbox"/> Outro:		

Caracterização da Parede Exterior

Tipo de Suporte:	
Orientação da Parede:	
Localização: Principal <input type="checkbox"/> Tardoz <input type="checkbox"/> Lateral <input type="checkbox"/>	
Tipo de Revestimento:	
Pedra Natural <input type="checkbox"/> Cerâmico <input type="checkbox"/> Pedra Artificial <input type="checkbox"/>	Fixação: Colagem <input type="checkbox"/>
ETICS <input type="checkbox"/>	Agrafos e Pontos de argamassa <input type="checkbox"/>
Reboco <input type="checkbox"/>	Estrutura intermédia: Metálica <input type="checkbox"/> Madeira <input type="checkbox"/>
Reboco Pintado <input type="checkbox"/>	Gatos <input type="checkbox"/>
Outros:	
Acabamento Superficial:	Cor:

Condições Ambientais

Exposição a Agentes Poluentes: Baixa <input type="checkbox"/> Média <input type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/>	
Exposição à Humidade: Baixa <input type="checkbox"/> Média <input type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/>	Distância ao Mar:
Exposição ao Vento: Baixa <input type="checkbox"/> Média <input type="checkbox"/> Baixa <input type="checkbox"/>	

Condições de Intervenção/Manutenção

Tipo de Manutenção:	Intervalos de Manutenção:
Data da Última Intervenção:	Qual:

Anomalias Estéticas

Sujidade Superficial: <input type="checkbox"/>	
Deficiência de Planeza: <input type="checkbox"/>	
Desgaste ou Riscagem: <input type="checkbox"/>	
Esmagamento: <input type="checkbox"/>	
Manchas de Humidade: <input type="checkbox"/>	Outras Manchas:
Crescimento Biológico (fungos): <input type="checkbox"/>	
Alteração do Brilho e Cor: <input type="checkbox"/>	
Graffiti/Outros: <input type="checkbox"/>	
Eflorescências: <input type="checkbox"/>	
Sinais de Reparações Anteriores: <input type="checkbox"/>	
Extensão Total de Anomalias Estéticas (% de área): Ae=	

 Universidade do Porto Faculdade de Engenharia FEUP	FICHA DE INSPEÇÃO - Revestimento de Paredes Exteriores	Nº:	Ref. ^a :
		DATA:	

Anomalias Mecânicas/Funcionais

Fendilhação: Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Espessura de Fendas: Direção da Fendilhação: Horizontal <input type="checkbox"/> Vertical <input type="checkbox"/> Diagonal <input type="checkbox"/> Deterioração das Juntas: Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Tipo de Juntas: Com Perda de Material <input type="checkbox"/> Sem Perda de Material <input type="checkbox"/> Degradação dos elementos de fixação <input type="checkbox"/> Degradação da estrutura intrmédia <input type="checkbox"/> Degradação do suporte <input type="checkbox"/> Perda de Aderência: <input type="checkbox"/> Empolamento: <input type="checkbox"/> Dimensão: Destacamento: <input type="checkbox"/> Dimensão: Descolamento: <input type="checkbox"/> Dimensão: Extensão Total de Anomalias Funcionais (% de área): Af=

Registo Fotográfico

Empty space for photographic record

 Universidade do Porto Faculdade de Engenharia FEUP	FICHA DE INSPEÇÃO - Revestimento de Paredes Exteriores	Nº:	Ref. ^a :
		DATA:	

Coeficiente de Deterioração (Cd)
$Cd = (Ae + 3Af) / 400$ Majoração: Cd:
Condições de Serviço: Péssimas ($Cd > 0,50$) _ Más ($0,30 < Cd \leq 0,50$) _ Razoáveis ($0,10 < Cd \leq 0,30$) _ Boas ($0 < Cd \leq 0,10$) _ Excelentes ($Cd = 0$) _
<p>Quando o revestimento apresentar necessidade de intervenção urgente, o Cd deve ser majorado automaticamente para 0,50 caso anteriormente fosse inferior. Esta majoração deve acontecer para fissuras de elevada espessura, elementos estruturais visíveis, entrada de água diretamente no suporte, e todas as outras que se identifiquem com este género de anomalias. No campo observações deve ser justificado.</p>

Observações

Adequação Do Revestimento
Tipo de Revestimento de Parede Adequado ao Local: Sim _ Não _ Se Não, revestimento recomendado:

ANEXO B

FICHAS DE INSPEÇÃO PREENCHIDAS

 Universidade do Porto Faculdade de Engenharia FEUP	FICHA DE INSPEÇÃO - Revestimento de Paredes Exteriores	Nº: 13	Ref.ª: B
		DATA: 11/06/2013	

Identificação do Edifício

Denominação: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Morada: Rua Dr. Roberto Frias Nº --

Localidade: Porto Código Postal: 4200-465

Descrição do Edifício

Nº de Pisos: 5 Ano de Conclusão: 2002 Idade: 11

 Tipo de Uso: Habitacional ☐ Comercial ☐ Administração/Serviços ☐ Hotelaria ☐

 Saúde ☐ Ensino ☒ Espetáculo ☐ Desportivo ☐ Religioso ☐ Outro:

Caracterização da Parede Exterior

Tipo de Suporte: Alvenaria

Orientação da Parede: Norte

 Localização: Principal ☐ Tardoz ☒ Lateral ☐

Tipo de Revestimento:

 Pedra Natural ☒ Cerâmico ☐ Pedra Artificial ☐ Fixação: Colagem ☐

 ETICS ☐ Agrafos e Pontos de argamassa ☐

 Reboco ☐ Estrutura intermédia: Metálica ☐ Madeira ☐

 Reboco Pintado ☐ Gatos ☒

Outros:

Acabamento Superficial: Cor:

Condições Ambientais

 Exposição a Agentes Poluentes: Baixa ☐ Média ☒ Alta ☐

 Exposição à Humidade: Baixa ☐ Média ☒ Alta ☐ Distância ao Mar: 9km

 Exposição ao Vento: Baixa ☐ Média ☒ Alta ☐
Condições de Intervenção/Manutenção

Tipo de Manutenção: Nenhuma Intervalos de Manutenção: --

Data da Última Intervenção: 2012 Qual: Verificação dos grampos de fixação

Anomalias Estéticas

 Sujidade Superficial: ☒

 Deficiência de Planeza: ☐

 Desgaste ou Riscagem: ☐

 Esmagamento: ☐

 Manchas de Humidade: ☒

Outras Manchas:

 Crescimento Biológico (fungos): ☒

 Alteração do Brilho e Cor: ☒

 Graffiti/Outros: ☐

 Eflorescências: ☐

 Sinais de Reparações Anteriores: ☐

Outras:

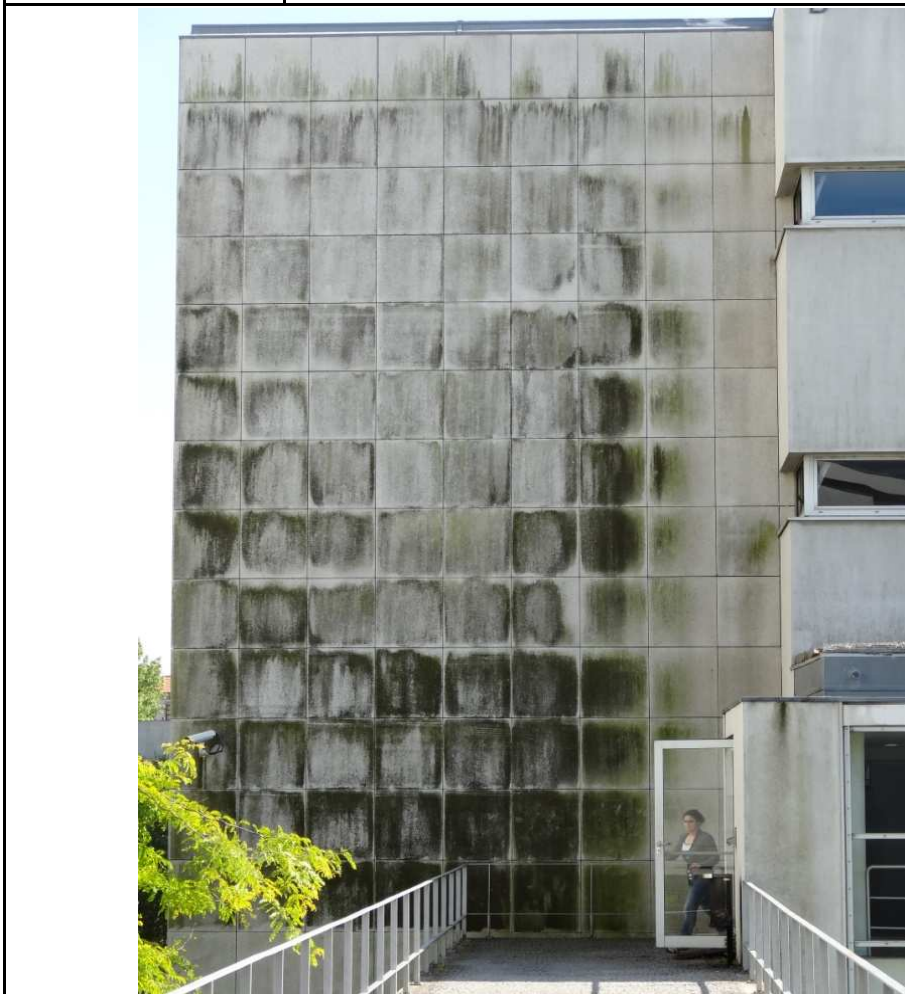
Extensão Total de Anomalias Estéticas (% de área): Ae=80

 Universidade do Porto Faculdade de Engenharia FEUP	FICHA DE INSPEÇÃO - Revestimento de Paredes Exteriores	Nº: 13	Ref. ^a : B
		DATA: 11/06/2013	

Anomalias Mecânicas/Funcionais

Fendilhação: Sim ☐ Não ☒ Espessura de Fendas:
 Direção da Fendilhação: Horizontal ☐ Vertical ☐ Diagonal ☐
 Deterioração das Juntas: Sim ☐ Não ☐ Tipo de Juntas:
 Com Perda de Material ☐ Sem Perda de Material ☐
 Degradação dos elementos de fixação ☐
 Degradação da estrutura intermédia ☐
 Degradação do suporte ☐
 Perda de Aderência: ☐
 Empolamento: ☐
 Destacamento: ☐
 Descolamento: ☐ Outras:
 Extensão Total de Anomalias Funcionais (% de área): Af=0

Registo Fotográfico



 Universidade do Porto Faculdade de Engenharia FEUP	FICHA DE INSPEÇÃO - Revestimento de Paredes Exteriores	Nº: 13	Ref. ^a : B
		DATA: 11/06/2013	

Registo Fotográfico

Coeficiente de Deterioração (Cd)

$Cd = (Ae + 3Af) / 400$	Majoração: --	Cd: 0,20
Condições de Serviço:		
Péssimas ($Cd > 0,50$) _		
Más ($0,30 < Cd \leq 0,50$) _		
Razoáveis ($0,10 < Cd \leq 0,30$) X		
Boas ($0 < Cd \leq 0,10$) _		
Excelentes ($Cd = 0$) _		
<p>Quando o revestimento apresentar necessidade de intervenção urgente, o Cd deve ser majorado automaticamente para 0,51 no caso de ser inferior antes de aplicada a majoração. Esta majoração deve acontecer para fissuras de elevada espessura, elementos estruturais visíveis, entrada de água diretamente no suporte, e todas as outras que se identifiquem com este género de anomalias. No campo observações deve ser justificado.</p>		

Observações

Intenso crescimento biológico e presença de humidade.

Adequação Do Revestimento

Tipo de Revestimento de Parede Adequado ao Local: Sim X Não _ Se Não, revestimento recomendado:
--

 Universidade do Porto Faculdade de Engenharia FEUP	FICHA DE INSPEÇÃO - Revestimento de Paredes Exteriores	Nº: 10	Ref.ª: F
		DATA: 17/06/2013	

Identificação do Edifício

Denominação: Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto

Morada: Via Panorâmica Nº --

Localidade: Porto Código Postal: 4150-755

Descrição do Edifício

Nº de Pisos: 4 Ano de Conclusão: 1992 Idade: 21

 Tipo de Uso: Habitacional ☐ Comercial ☐ Administração/Serviços ☐ Hotelaria ☐

 Saúde ☐ Ensino ☒ Espetáculo ☐ Desportivo ☐ Religioso ☐ Outro:

Caracterização da Parede Exterior

Tipo de Suporte: Alvenaria/Betão

Orientação da Parede: Sul

 Localização: Principal ☐ Tardoz ☒ Lateral ☐

Tipo de Revestimento:

 Pedra Natural ☐ Cerâmico ☐ Pedra Artificial ☐ Fixação: Colagem ☐

 ETICS ☒ Agrafos e Pontos de argamassa ☐

 Reboco ☐ Estrutura intermédia: Metálica ☐ Madeira ☐

 Reboco Pintado ☐ Gatos ☐

Outros:

Acabamento Superficial: Cor: Cinza

Condições Ambientais

 Exposição a Agentes Poluentes: Baixa ☐ Média ☒ Alta ☐

 Exposição à Humidade: Baixa ☐ Média ☒ Alta ☐ Distância ao Mar: 4km

 Exposição ao Vento: Baixa ☐ Média ☒ Alta ☐
Condições de Intervenção/Manutenção

Tipo de Manutenção: Nenhuma Intervalos de Manutenção: --

Data da Última Intervenção: -- Qual:

Anomalias Estéticas

 Sujidade Superficial: ☒

 Deficiência de Planeza: ☐

 Desgaste ou Riscagem: ☐

 Esmagamento: ☐

 Manchas de Humidade: ☒

Outras Manchas:

 Crescimento Biológico (fungos): ☒

 Alteração do Brilho e Cor: ☒

 Graffiti/Outros: ☐

 Eflorescências: ☐

 Sinais de Reparações Anteriores: ☐

Outras:

Extensão Total de Anomalias Estéticas (% de área): Ae=60

 Universidade do Porto Faculdade de Engenharia FEUP	FICHA DE INSPEÇÃO - Revestimento de Paredes Exteriores	Nº: 10	Ref. ^a : F
		DATA: 17/06/2013	

Anomalias Mecânicas/Funcionais

Fendilhação: Sim ☒ Não ☐ Espessura de Fendas: < 1mm
 Direção da Fendilhação: Horizontal ☒ Vertical ☒ Diagonal ☐
 Deterioração das Juntas: Sim ☐ Não ☐ Tipo de Juntas:
 Com Perda de Material ☐ Sem Perda de Material ☐
 Degradação dos elementos de fixação ☐
 Degradação da estrutura intermédia ☐
 Degradação do suporte ☐
 Perda de Aderência: ☐
 Empolamento: ☐
 Destacamento: ☐
 Descolamento: ☐ Outras:
 Extensão Total de Anomalias Funcionais (% de área): Af=20

Registo Fotográfico



 Universidade do Porto Faculdade de Engenharia FEUP	FICHA DE INSPEÇÃO - Revestimento de Paredes Exteriores	Nº: 10	Ref. ^a : F
		DATA: 17/06/2013	

Registo Fotográfico



Coeficiente de Deterioração (Cd)

$Cd = (Ae + 3Af) / 400$ Majoração: -- Cd: 0,30

Condições de Serviço: Péssimas ($Cd > 0,50$) | _ |
 Más ($0,30 < Cd \leq 0,50$) | _ |
 Razoáveis ($0,10 < Cd \leq 0,30$) | X |
 Boas ($0 < Cd \leq 0,10$) | _ |
 Excelentes ($Cd = 0$) | _ |

Quando o revestimento apresentar necessidade de intervenção urgente, o Cd deve ser majorado automaticamente para 0,51 no caso de ser inferior antes de aplicada a majoração. Esta majoração deve acontecer para fissuras de elevada espessura, elementos estruturais visíveis, entrada de água diretamente no suporte, e todas as outras que se identifiquem com este género de anomalias. No campo observações deve ser justificado.

Observações

A última camada de ETICS apresenta fissuração superficial em algumas áreas.

Adequação Do Revestimento

Tipo de Revestimento de Parede Adequado ao Local: Sim | X | Não | _ |

Se Não, revestimento recomendado:

 Universidade do Porto Faculdade de Engenharia FEUP	FICHA DE INSPEÇÃO - Revestimento de Paredes Exteriores	Nº: 2	Ref.ª: CP
		DATA: 31/05/2013	

Identificação do Edifício

Denominação: Hospital Universitário S. João
 Morada: Alameda Prof. Hernâni Monteiro Nº --
 Localidade: Porto Código Postal: 4200-319

Descrição do Edifício

Nº de Pisos: 11 Ano de Conclusão: 1959 Idade: 54
 Tipo de Uso: Habitacional ☐ Comercial ☐ Administração/Serviços ☐ Hotelaria ☐
 Saúde ☒ Ensino ☐ Espetáculo ☐ Desportivo ☐ Religioso ☐ Outro:

Caracterização da Parede Exterior

Tipo de Suporte: Alvenaria
 Orientação da Parede: Sul
 Localização: Principal ☐ Tardoz ☒ Lateral ☐
 Tipo de Revestimento:
 Pedra Natural ☐ Cerâmico ☐ Pedra Artificial ☐ Fixação: Colagem ☐
 ETICS ☐ Agrafos e Pontos de argamassa ☐
 Reboco ☒ Estrutura intermédia: Metálica ☐ Madeira ☐
 Reboco Pintado ☐ Gatos ☐
 Outros:
 Acabamento Superficial: Cor: Cinza

Condições Ambientais

Exposição a Agentes Poluentes: Baixa ☐ Média ☐ Alta ☒
 Exposição à Humidade: Baixa ☐ Média ☒ Alta ☐ Distância ao Mar: 8km
 Exposição ao Vento: Baixa ☐ Média ☒ Alta ☐

Condições de Intervenção/Manutenção

Tipo de Manutenção: Nenhuma Intervalos de Manutenção: --
 Data da Última Intervenção: -- Qual: Pequenas intervenções localizadas

Anomalias Estéticas

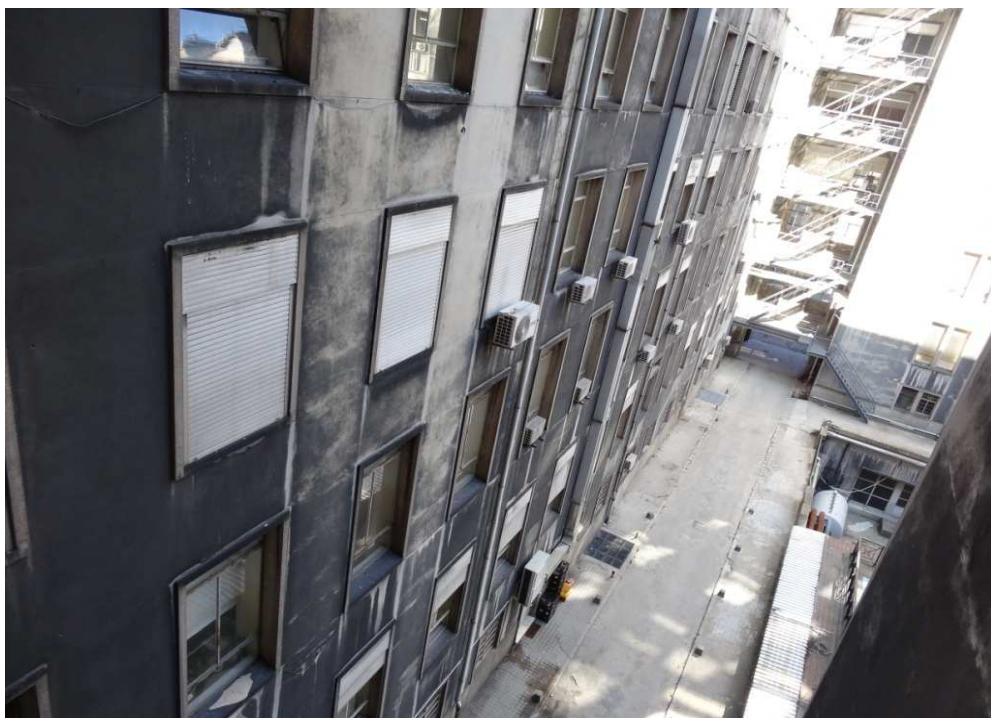
Sujidade Superficial: ☒
 Deficiência de Planeza: ☐
 Desgaste ou Riscagem: ☐
 Esmagamento: ☐
 Manchas de Humidade: ☒ Outras Manchas: Manchas causadas por máquinas
 Crescimento Biológico (fungos): ☒
 Alteração do Brilho e Cor: ☒
 Graffiti/Outros: ☐
 Eflorescências: ☐
 Sinais de Reparações Anteriores: ☒
 Outras:
 Extensão Total de Anomalias Estéticas (% de área): Ae= 85

 Universidade do Porto Faculdade de Engenharia FEUP	FICHA DE INSPEÇÃO - Revestimento de Paredes Exteriores	Nº: 2	Ref. ^a : CP
		DATA: 31/05/2013	

Anomalias Mecânicas/Funcionais

Fendilhação: Sim ☐ Não ☒ Espessura de Fendas: _____
 Direção da Fendilhação: Horizontal ☐ Vertical ☐ Diagonal ☐
 Deterioração das Juntas: Sim ☐ Não ☐ Tipo de Juntas:
 Com Perda de Material ☐ Sem Perda de Material ☐
 Degradação dos elementos de fixação ☐
 Degradação da estrutura intermédia ☐
 Degradação do suporte ☐
 Perda de Aderência: ☐
 Empolamento: ☐
 Destacamento: ☐
 Descolamento: ☐ Outras: Vários Orifícios no Revestimento
 Extensão Total de Anomalias Funcionais (% de área): Af=5

Registo Fotográfico



 Universidade do Porto Faculdade de Engenharia FEUP	FICHA DE INSPEÇÃO - Revestimento de Paredes Exteriores	Nº: 2	Ref. ^a : CP
		DATA: 31/05/2013	

Registo Fotográfico



Coeficiente de Deterioração (Cd)

$Cd = (Ae + 3Af) / 400$ Majoração: -- Cd: 0,25

Condições de Serviço: Péssimas ($Cd > 0,50$) | _ |
 Más ($0,30 < Cd \leq 0,50$) | _ |
 Razoáveis ($0,10 < Cd \leq 0,30$) | X |
 Boas ($0 < Cd \leq 0,10$) | _ |
 Excelentes ($Cd = 0$) | _ |

Quando o revestimento apresentar necessidade de intervenção urgente, o Cd deve ser majorado automaticamente para 0,51 no caso de ser inferior antes de aplicada a majoração. Esta majoração deve acontecer para fissuras de elevada espessura, elementos estruturais visíveis, entrada de água diretamente no suporte, e todas as outras que se identifiquem com este género de anomalias. No campo observações deve ser justificado.

Observações

Revestimento deteriorado esteticamente quase na totalidade devido a envelhecimento e também ao funcionamento de máquinas no piso térreo que emitem gases deteriorantes.

Adequação Do Revestimento

Tipo de Revestimento de Parede Adequado ao Local: Sim | X | Não | _ |

Se Não, revestimento recomendado:

